



PROYECTO AQUALITRANS

Sistema de Gestión y Control para la mejora de la eficiencia en la depuración y la calidad medioambiental de aguas a nivel transfronterizo

EP-INTERREG V A España Portugal (POCTEP)

Actividad 2	Mejora de la eficiencia en la gestión de EDARs
Acción	Estudio del Potencial
Tarea	Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión
Código	A 2.3

Diciembre de 2018

Versión 1

Contenido

1	INTRODUCCIÓN	5
2	DESCRIPCIÓN INICIAL	7
2.1	LA EURORREGIÓN GALICIA-NORTE DE PORTUGAL	7
2.2	ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES	8
2.3	TIPOS DE EDAR	10
2.3.1	Características de una EDAR Físico-química	11
2.3.2	Características de una EDAR Biológica	14
2.4	INVENTARIO DE INSTALACIONES ANALIZADAS	19
2.4.1	Estaciones de depuración de aguas residuales urbanas en Galicia.	19
2.4.2	Estaciones de depuración de aguas residuales urbanas en Portugal Norte.	23
2.4.3	Consumo energético de las EDAR existentes	24
3	INSTALACIONES AUDITADAS	43
3.1	CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS AUDITADAS	45
3.1.1	Tipología y procesos	47
3.1.2	Rango de funcionamiento	48
3.1.3	Consumos energéticos, costes y emisiones	51
3.2	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO ENERGÉTICO	55
3.3	FACTURACIÓN ENERGÉTICA	56
3.4	EQUIPOS INSTALADOS Y CONSUMOS ENERGÉTICOS	61
3.4.1	Potencia instalada	61
3.4.2	Sistemas de iluminación	65
3.4.3	Sistemas de Climatización	65
3.4.4	Bombeo de cabecera	66

3.4.5	Pretratamiento	68
3.4.6	Tratamiento primario	69
3.4.7	Tratamiento secundario	71
3.4.8	Tratamiento terciario	73
3.4.9	Línea de lodos	75
3.4.10	Total de procesos	76
3.4.11	Gestión energética	77
3.5	PERFIL ENERGÉTICO	77
3.5.1	Consumos de las plantas auditadas	78
4	MEDIDAS DE MEJORA APLICADAS Y POTENCIAL DE AHORRO	90
4.1	MEDIDAS SOBRE FACTURACIÓN ELÉCTRICA	93
4.1.1	Optimización de la potencia contratada	93
4.1.2	Desplazamiento de actividades a períodos más económicos	93
4.1.3	Otras medidas analizadas	94
4.2	MEDIDAS SOBRE EQUIPOS INSTALADOS	95
4.2.1	Empleo de tecnologías eficientes en iluminación	95
4.2.2	Monitorización energética en tiempo real	96
4.2.3	Sustitución de bombas de cabecera por bombas más eficientes	97
4.2.4	Sumergencia óptima de los rotores de aireación	98
4.2.5	Control avanzado del proceso de aireación	99
4.2.6	Regulación del proceso de desinfección UV	101
4.2.7	Limpieza de difusores y circuito de aireación del reactor biológico	102
4.2.8	Cambio de soplantes por tecnologías más eficientes	104
4.2.9	Instalación de motores más eficientes	105

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

4.2.10	Instalación de agitadores más eficientes	108
4.2.11	Instalación de variadores de frecuencia en bombas y motores	109
4.2.12	Sustitución de aireadores de pretratamiento	111
4.2.13	Otras medidas analizadas	112
4.3	IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	113
4.3.1	Instalaciones fotovoltaicas	113
4.3.2	Instalación de turbinas hidráulicas	114
4.4	POTENCIAL DE AHORRO EN LA EUROREGIÓN	115
5	CONCLUSIONES	119

ANEXO. RESULTADOS DE PLANES DE MEJORA DE LAS EDAR

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

1 INTRODUCCIÓN

AQUALITRANS es un proyecto de colaboración entre Aguas de Galicia, el Instituto Enerxético de Galicia (INEGA), la Fundación Instituto Tecnológico de Galicia, Águas do Município do Porto y el Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial (INEGI).

La entidad pública empresarial Augas de Galicia participa como beneficiario principal del proyecto AQUALITRANS, seleccionado dentro de la 1ª convocatoria del Programa Operativo de Cooperación Transfronteriza España-Portugal 2014-2020.

AQUALITRANS surge del compromiso de las Administraciones públicas para la creación de un modelo energético eficiente y sostenible para las EDARs (Estación Depuradora de Aguas Residuales), con el que contribuir a los objetivos generales de desarrollo sostenible y protección ambiental a los que aspiran España y Portugal.

El proyecto AQUALITRANS se basa en la elaboración inicial de un estudio de investigación sobre el consumo energético en diferentes EDARs en Galicia y Norte de Portugal; y en el desarrollo posterior de un proyecto piloto en EDARs seleccionadas para implantar las medidas de optimización energéticas derivadas del estudio.

Una EDAR debe ser capaz de hacer frente a los retos que se le plantean desde la sociedad en términos de calidad de las aguas emitidas, minimización de costes y reducción del consumo energético, con el objetivo final de alcanzar su sostenibilidad económica y ambiental y contribuir a una economía global circular.

Para lograr este reto es necesario tener un conocimiento detallado de los principales recursos que consume y los principales residuos que genera una EDAR. Y en este punto surge la necesidad de crear el proyecto AQUALITRANS.

El proyecto AQUALITRANS trabaja en esta línea de estudio, prestando especial atención a la energía consumida por las EDARs y a las emisiones derivadas de su consumo, que suponen uno de los mayores impactos ambientales de estas instalaciones.

El desarrollo del proyecto AQUALITRANS permitirá obtener una serie de resultados clave para la mejora energética de las EDAR y, por consiguiente, para lograr un uso eficiente de los recursos utilizados en el proceso de depuración de aguas residuales.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

El objetivo principal es mejorar la eficiencia energética del proceso de depuración de aguas residuales en las EDAR, asegurando en todo momento la calidad del agua tratada y logrando mejores rendimientos de depuración, menores consumos energéticos y emisión de CO₂ y disminución de problemas en los procesos.

En el marco de este proyecto se realizarán las siguientes acciones:

- Desarrollo de modelos innovadores de gestión y operación de EDAR basados en la optimización de recursos y el control de procesos mediante el uso de las TICs.
- Creación de un Sistema de Información Geográfico (SIG) con las EDAR de la región y su caracterización.
- Fomento de la viabilidad económica y ambiental en EDAR mediante el control de la calidad del agua, la eficiencia energética, el uso de energías renovables y la reducción de residuos y emisiones.
- Demostración del potencial de mejora en las EDAR de la Administración Pública, como efecto tractor en la región transfronteriza Galicia-Norte de Portugal.
- Determinación de una hoja de ruta específica para cada tipología de depuradoras, lo que permitirá extrapolar los resultados obtenidos a todo el abanico de depuradoras de la zona transfronteriza.

Los principales beneficiados por el proyecto AQUALITRANS serán los gestores y operadores de EDAR (administraciones públicas y empresas privadas) que obtendrán el conocimiento y las claves que le permitirán mejorar la eficiencia en su gestión.

Junto a ellos, todos los agentes de la cadena de valor (administración, técnicos, gestores, operadores, fabricantes, diseñadores...) vinculados a los procesos de depuración de aguas residuales podrán también beneficiarse del conocimiento obtenido.

Asimismo, el conjunto de la sociedad podrá beneficiarse de un proyecto que permitirá realizar un uso más eficiente de los recursos naturales en un proceso de necesidad para la población, como es el tratamiento de las aguas residuales.

2 DESCRIPCIÓN INICIAL

2.1 LA EURORREGIÓN GALICIA-NORTE DE PORTUGAL

El proyecto Aqualitrans desarrolla sus actividades en la Eurorregión Galicia -Norte de Portugal.

Situada en el Noroeste de la Península Ibérica, la Eurorregión formada por Galicia y el Norte de Portugal *se creó con el fin de aprovechar similitudes y complementaridades existentes entre estas dos regiones* y se configura actualmente como un espacio de fuerte interrelación social, económica y cultural. El territorio constituido por las dos regiones ocupa una superficie total de 50.859 Km², 29.575 corresponden a Galicia y 21.284 al Norte de Portugal. Ocupa las 4 provincias gallegas, A coruña, Lugo, Ourense y Pontevedra, y las áreas portuguesas de Minho-Lima, Cávado, Ave, Grande porto, Tâmega, Entre Douro e Vouga, Douro y Alto Tras Os Montes. Concentra una población total de 6,4 millones de habitantes, lo que se traduce en una densidad de población de 125,8 hab/Km².

	Superficie km ²	Población hab	Densidad Hab/km ²
Galicia	29.574	2.708.339 ¹	91,58
Norte Portugal	21.284	3.689.682 ²	173,35
Eurorregión	50.858	6.398.021	125,80

¹ Instituto Galego Estatística.

² Instituto Nacional de Estatística. Statistics Portugal. Censos 2011



En lo que respecta a la dinámica de actividad y empleo en la *Euroregión*, éste se concentra principalmente en el sector servicios (57,1%), en la industria y construcción (32,7%) y en el sector primario (10,2%) (Datos IGE 2009)

Una de las variables que mejor traduce la influencia de la coyuntura económica en la calidad de vida de la población es, sin duda, la tasa de desempleo en torno al 11,7% (datos IGE 2009). En este ámbito, ambas regiones se benefician de niveles de desempleo menos gravosos que las respectivas medias nacionales.

Cabe destacar que el tráfico medio diario de vehículos pesados y ligeros por esta zona fronteriza, supone el 49% de todos los intercambios existentes a lo largo de toda la frontera entre España y Portugal.

2.2 ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales urbanas son generadas por consecuencia de la actividad humana. Están compuestas principalmente por restos de necesidades fisiológicas (heces, orina), de la preparación de alimentos (aceites, desperdicios), y de productos de limpieza e higiene (jabón, detergentes, etc). Dado su elevado potencial contaminante, necesitan ser depuradas

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

antes de ser devueltas al medio receptor (ríos, rías, mar, etc) y así salvaguardar el equilibrio ecológico de este.

Las aguas residuales son recogidas a través de una red de colectores y conducidas a una estación depuradora de aguas residuales (EDAR). Ahí, tras ser sometidas a diferentes procesos, se reducirá al máximo su contaminación y serán devueltas al medio receptor en las mejores condiciones posibles.

Depurar no es más que transformar la materia orgánica y otros contaminantes presentes en el agua residual, en sólidos sedimentables o flotantes fáciles de separar (lodos). En el proceso de depuración se generan dos efluentes: el agua tratada que se vierte directamente al cauce; y los lodos, que son el conjunto de los sólidos sedimentados en la decantación primaria (lodos primarios) y el licor mezcla en exceso del reactor biológico (lodos secundarios).

Dado el elevado contenido en agua de los lodos (superior a un 95%), se hace necesario su tratamiento con el objeto de reducir su volumen y facilitar su manejo y transporte posterior. El destino final de los lodos puede ser: reutilización agrícola y valorización material y/o energética. Por eso, en toda EDAR puede diferenciarse la línea de agua de la línea de lodos.

Los principales procesos que se pueden diferenciar en una EDAR son:

Bombeo de cabecera	En función de la ubicación de la EDAR puede ser necesario plantear un bombeo para la entrada de las aguas residuales
Pretratamiento	Proceso en el que se eliminan los sólidos grandes, arenas y grasas. Dispositivos: pozo de gruesos, desbaste de gruesos, desbaste de finos, desarenado-desengrasado
Tratamiento primario	Eliminación de sólidos en suspensión (sólidos inertes, materia orgánica particulada...)
Tratamiento secundario	Tratamiento biológico que transforma la materia orgánica del agua residual en materia celular, gases, energía y agua.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

Tratamiento avanzado	Solamente en EDAR que vierten a una zona protegida. Eliminación de nutrientes: reducir al máximo el aporte en nutrientes, por lo que puede ser necesario dosificar algún tipo de reactivo, de cara a precipitar el fósforo. Desinfección: reducir la cantidad de microorganismos patógenos en el agua (ultravioleta y dosificación de un desinfectante).
Línea de lodos	Tratamiento de los subproductos originados en la línea de aguas. Espesamiento, estabilización, Deshidratación y secado. Evacuación. Usos de fangos tratados: reutilización agrícola, valorización energética, vertedero controlado...

2.3 TIPOS DE EDAR

Los procesos que componen una EDAR y que determinan su tipología dependen de varios factores, como el tipo de carga contaminante en el agua residual (industrial o urbana), el rendimiento requerido para la eliminación de contaminantes, la temporalidad del caudal de entrada, la situación geográfica, la disponibilidad de espacio físico para su construcción, etc.

A pesar de que pueden existir muchas variaciones, se consideran dos tipologías principales de depuración:

- Físico-química, con o sin proceso biológico posterior.
- Biológica, con o sin eliminación de nutrientes.

En las instalaciones de depuración fisicoquímica los tratamientos proporcionan rendimientos de depuración sensiblemente inferiores a los tratamientos biológicos. En el caso de aguas urbanas, la eliminación de DBO es del orden del 35 % y la de materias sedimentables hasta el 90 %. La presencia de aguas industriales puede reducir hasta un 10 % el rendimiento de la eliminación de DBO %. En estos casos se puede separar por coagulación las materias en

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

suspensión no sedimentables, obteniéndose un resultado más eficaz, que una simple decantación; la coagulación elimina igualmente ciertos materiales pesados como los fosfatos, consiguiendo una eliminación de la DBO del orden del 70 % y de las materias en suspensión sobre el 90 %. Estos tratamientos presentan un ahorro de la inversión inicial y el espacio para su instalación, en cambio, tienen costes de operación elevados, debido principalmente al uso de productos químicos y suponen un incremento considerable de la producción de fangos.

En las instalaciones de depuración biológica se obtiene una eliminación más completa de la contaminación orgánica debido a la acción bacteriana. Los sistemas más utilizados, como los fangos activados o el filtro percolador, se obtiene una reducción del DBO de entre el 90 al 95%.

En ambas, se generan unos residuos, denominados lodos, que requieren un tratamiento posterior llevado a cabo en la línea de lodos, antes de su gestión final.

2.3.1 Características de una EDAR Físico-química

Las plantas fisicoquímicas son aquellas en las que la depuración se produce mediante un tratamiento en el que se le añaden al agua reactivos químicos para favorecer la decantación de sólidos en suspensión presentes en el agua.

Los procesos implementados en la depuradora fisicoquímica para eliminar los contaminantes variarán en función de éstos. Entre ellos se encuentran:

Coagulación-floculación: Si el efluente presenta contaminantes de naturaleza coloidal, será necesario un proceso de coagulación-floculación. Estas partículas (de tamaño entre 0,001 y 1 m) presentan una gran estabilidad en suspensión y resulta imposible separarlas por flotación, decantación o filtración. La coagulación consiste en la desestabilización de los coloides al neutralizar sus cargas electrostáticas, formando un flóculo. Esto se consigue añadiendo al agua un electrolito (coagulante). La floculación consiste en fomentar que los flóculos ya formados se unan entre ellos para que adquieran suficiente masa crítica como para que decanten en un tiempo razonable. Para ello se dosifica un agente químico, el floculante, que ayuda a reunir los flóculos individuales formando aglomerados de mayor tamaño y peso.

Decantación: La decantación o sedimentación permite que las partículas que se encuentran en suspensión en el agua se depositen en el fondo del recipiente gracias a la diferencia de densidades. A veces este proceso se utiliza aislado, por ejemplo para separar sólidos en suspensión ya presentes en el efluente, pero generalmente se utiliza como segunda etapa de un proceso de precipitación o de coagulación-floculación, en la que interesa separar las partículas cuya formación se ha forzado en la primera etapa.

Precipitación: Mediante la precipitación se consigue transformar los contaminantes, solubles, en otras sustancias insolubles las cuales precipitan. A menudo, la reacción química que permite la formación de un compuesto insoluble, también consigue cambiar la naturaleza del contaminante, reduciendo su toxicidad. Mediante este proceso se pueden eliminar del efluente contaminantes como el cromo hexavalente y demás metales pesados, cianuros, etc.

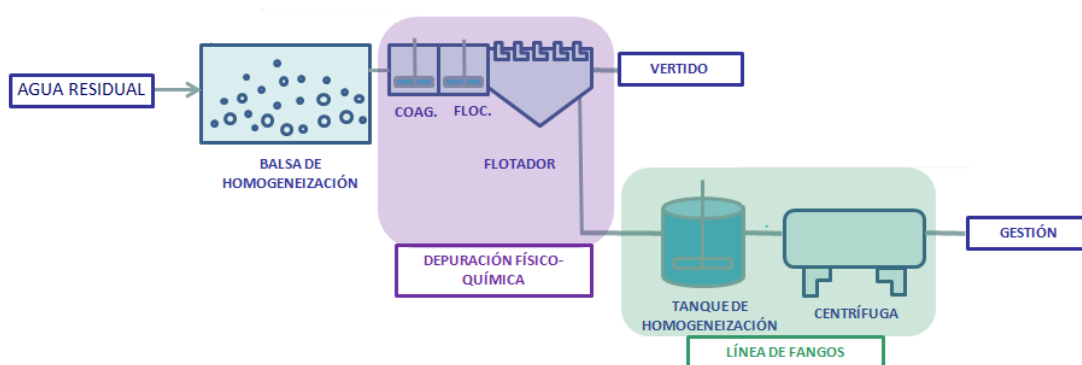
Neutralización: La neutralización consiste en el ajuste del pH del efluente. Aunque puede ser un proceso independiente, suele ir acompañado de un proceso de precipitación. Muchos contaminantes son solubles a pH ácidos o pH alcalinos y a pH neutros cambian de forma y se reduce notablemente su solubilidad.

Adsorción: La adsorción permite que las moléculas de contaminante se adhieran superficialmente y de forma reversible a las partículas de adsorbente. El adsorbente es un material poroso que dispone de una gran superficie específica. El adsorbente comúnmente utilizado es el carbón activo, aunque existen otros también muy efectivos como las zeolitas, etc. Normalmente, al aumentar la temperatura se consigue la desorción del contaminante, disponiendo del adsorbente regenerado para poder ser reutilizado. Mediante este proceso se pueden eliminar contaminantes del efluente como el color, compuestos organohalogenados, metales pesados, etc.

Filtración: La filtración permite la separación de partículas de tamaño macroscópico del efluente. Se puede llevar a cabo por gravedad (filtros de grava, arena o de carbón activo) o a presión (filtros prensa). En función de los caudales de efluente a tratar y de las partículas a separar la opción más conveniente varía.

Electrocoagulación: La electrocoagulación consiste en la desestabilización de los coloides, pero en vez de ser la responsable la adición de un agente coagulante, se produce por la acción de corriente eléctrica directa de bajo voltaje y por la acción de electrodos metálicos de sacrificio, normalmente aluminio/hierro. El coste del tratamiento mediante electrocoagulación es sumamente reducido, incluyendo el consumo eléctrico, recambio de electrodos, mano de obra, etc.

Oxidación avanzada: Los procesos químicos de oxidación avanzada utilizan reactivos oxidantes para eliminar los contaminantes. Estos reactivos suelen ser ozono, peróxido de hidrógeno, hipoclorito, reactivo Fenton, radiación ultravioleta y ozono, y radiación ultravioleta y peróxido de hidrógeno entre otros. Se utilizarán unos u otros en base a las características del efluente. Los procesos de oxidación avanzada son idóneos cuando los contaminantes del efluente son compuestos orgánicos recalcitrantes, compuestos tóxicos o color entre otros.



Esquema de una EDAR Físico Química

Fuente: Servyeco

2.3.2 Características de una EDAR Biológica

En las depuradoras biológicas la depuración tiene lugar mediante procesos biológicos. Microorganismos que actúan sobre la materia orgánica e inorgánica, en suspensión presente en el agua, transformándola en sólidos sedimentables más fáciles de separar.

Cada uno de las etapas de depuración de agua son resueltas con diferentes sistemas y equipos en cada una de las estaciones, en función de aspectos como la superficie disponible, la tipología de los residuos tratados, la localización geográfica, etc.

De una forma general, en una EDAR biológica, se pueden distinguir las siguientes fases de depuración:

Pretratamiento: El pretratamiento es un conjunto de tratamientos físicos, que separan la contaminación que está flotando o en suspensión en las aguas. Se realiza para evitar que esas partículas dañen los equipos posteriores. Se distingue entre:

Desbaste: eliminación de elementos insolubles de cierto tamaño mediante una serie de rejillas. En este proceso se suelen eliminar ramas, botellas, trapos, entre otros.

Desarenado: eliminación de partículas más pesadas que el agua, que no se hayan quedado retenidas en el desbaste, sobre todo arenas pero también otras sustancias como cáscaras, semillas, etc.

Desengrasado: eliminación de grasas, aceites, espumas y materias flotantes más ligeras que el agua para evitar interferencias en procesos posteriores.

Tratamiento primario, normalmente consistente en una decantación primaria: En esta fase se separa la mayor parte de los sólidos sedimentables (los cuales se depositan en el fondo) y del material flotante (se quedan en la superficie), que no pudieron ser eliminados en procesos anteriores. En esta etapa pueden emplearse un tratamiento físico-químico que actúe como floculante favoreciendo la unión de las partículas y su retirada.

Tratamiento secundario: El agua es llevada a reactores biológicos donde la materia orgánica presente será degradada por acción de una serie de microorganismos, denominado fango biológico. Existen muchos tipos de tratamientos según las características del agua tratada.

Los procesos biológicos son fundamentales en una estación depuradora de aguas residuales (EDAR) de este tipo. Dentro de la línea de agua, la depuración se basa en la actividad de ciertos microorganismos para poder llevar a cabo una reducción de la carga contaminante, y por tanto, la depuración del agua residual.

Los microorganismos presentes en el reactor biológico, donde se va a llevar a cabo una de las etapas más importantes de la depuración, consumen el sustrato, o lo que es lo mismo, la contaminación. Como consecuencia de este consumo la biomasa presente en dicho reactor irá aumentando.

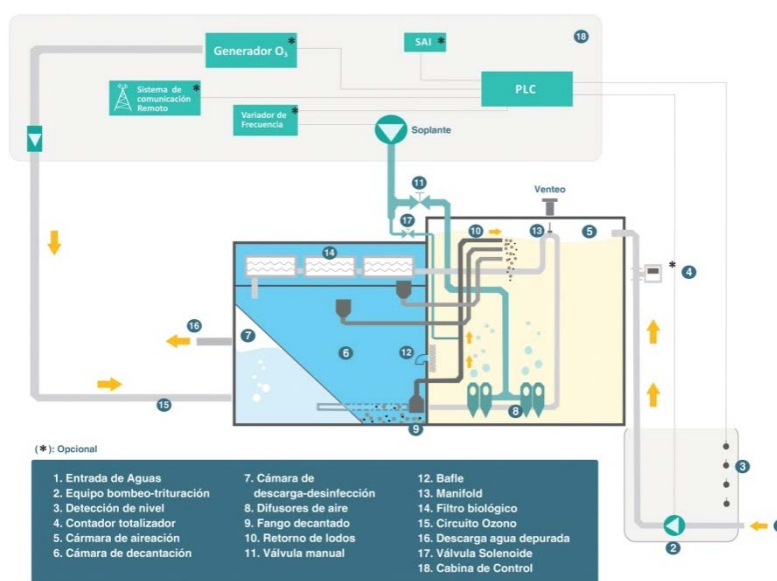
Para lograrlo debemos mantener unas condiciones controladas que favorezcan al máximo la vida de dichos microorganismos. En este aspecto es fundamental la información facilitada por la instrumentación de la EDAR.

Los objetivos del tratamiento biológico en la línea del agua en una EDAR son:

- Transformar u oxidar los constituyentes biodegradables presentes en el agua.
- Capturar e incorporar sólidos suspendidos y coloidales no sedimentables en un flóculo biológico o biopelícula.
- Transformar o remover nutrientes inorgánicos como nitrógeno o fósforo, especialmente en aguas de origen agrícola.
- Remover trazas de constituyentes orgánicos y compuestos específicos.
- Gracias al conocimiento de los procesos biológicos que suceden en la EDAR, se consiguen reducciones de la DBO_5 que pueden superar el 90 %

Los procesos biológicos se pueden clasificar dependiendo del contaminante a eliminar (materia orgánica o procesos de eliminación de nitrato y fosfato); el potencial redox (procesos aerobios y anaerobios); según la biomasa (crecimiento en suspensión o cultivo mediante película fijada). Entre los más habituales están:

Fangos activados: La depuración mediante fangos, lodos o barros activados es un proceso de tipo biológico empleado para el tratamiento convencional de aguas residuales ya sean de tipo doméstico o urbano, y el cual consiste en el desarrollo de un cultivo bacteriano disperso en forma de flóculo en un depósito agitado, aireado y alimentado con el recurso a tratar, que es capaz de metabolizar y transformar a nutrientes los agentes biológicos presentes en el agua.



Esquema EDAR Fangos activados

Fuente: SMA. Soluciones Medioambientales y Aguas SA

La agitación que se realiza durante este proceso, evita la sedimentación y permite homogenizar la mezcla que contiene los flóculos bacterianos con el agua residual a tratar. La aireación durante la depuración suministra las concentraciones de oxígeno necesarias para la supervivencia y desarrollo tanto de las bacterias como el resto de los microorganismos aerobios presentes, ya que estos, con ayuda de nutrientes tales como nitrógeno, fósforo y oligoelementos, son los encargados de realizar el proceso de depuración biológica.

Lecho móvil: Esta tecnología, también conocida como MBBR, está basada en el crecimiento de biomasa en forma de biopelícula en unos soportes plásticos que están en continuo movimiento en el reactor biológico. Estos soportes son de pequeño tamaño, pero tienen una elevada superficie específica por unidad de volumen, lo que

posibilita el crecimiento de mayor cantidad de biomasa y de mayor efectividad que la de los flóculos biológicos de reactores convencionales. Este tipo de procesos puede aplicarse tanto a plantas de tratamiento para la biodegradación de materia orgánica como para instalaciones con eliminación de nutrientes, en aguas residuales urbanas e industriales.

Entre sus ventajas están:

- Reducción de volumen del reactor biológico por empleo de un soporte plástico que proporciona una superficie específica elevada. Se ahorra superficie destinada a la depuradora.
- Gran estabilidad y rápida respuesta a variaciones de carga. Ideal para la estacionalidad de vertidos del sector agroalimentario.
- Proceso con una alta flexibilidad ya que en función de la cantidad de relleno introducido en el reactor, se consigue aumentar la capacidad de depuración del sistema.
- A diferencia de los procesos de fangos activos, no requiere recirculación de fangos al reactor. Esto evita problemas derivados de la sedimentabilidad del fango, tipo bulking filamentoso.
- Proceso de operación y control sencillo.
- Fácil adaptación de plantas depuradoras con fangos activos a este tipo de proceso pudiendo incrementar notablemente la capacidad de tratamiento.

Decantación secundaria: Finalizada la degradación de la materia orgánica, el agua pasa a un decantador donde el fango biológico del proceso anterior se separa del agua depurada. Estos fangos pasarán a la línea de fangos, donde serán tratados y acondicionados para su posterior utilización o depósito en vertedero. El agua se vierte en ríos o mares o pasa a un tratamiento terciario.

Tratamiento terciario: Son tratamientos destinados a mejorar o afinar las características agua con la finalidad de reutilizarlas, especialmente en el caso de que las exigencias de recuperación sean elevadas, como en el caso de EDAR que viertan a zonas protegidas. El proceso consiste en higienizar (eliminar microorganismos) y

adecuar el agua para un determinado uso. Existen muchos tratamientos diferentes dependiendo del uso o la legislación vigente sobre características del vertido, aunque el más habitual es al desinfección por rayos UV.

En las dos tipologías de EDAR se producen fangos durante el proceso del tratamiento de agua residual, que proceden de:

- Tratamiento primario (*fangos primarios*)
- Tratamiento secundario (*fangos en exceso*)

Las operaciones de la línea de fangos tienen fundamentalmente dos objetivos:

- Reducir el contenido en agua y materia orgánica del fango
- Acondicionarlo para su reutilización y evacuación final.

Los principales procesos que tienen lugar en la línea de fangos son:

Espesamiento: Consigue un incremento de la concentración de los fangos por eliminación del agua, reduciéndose el volumen de los mismos y mejorando el rendimiento de los procesos posteriores. El método tradicional es el de espesamiento por gravedad. Se consiguen concentraciones de salida entre el 3% y 5%. Otros sistemas son del tipo mecanizado como los espesadores rotativos

Estabilización: Consiste en la eliminación o destrucción acelerada y controlada de una parte importante de la materia orgánica. Los procesos más usuales son:

- *Digestión Anaerobia*, en la que materia orgánica en ausencia de oxígeno es convertida en metano y CO₂ mediante fermentación bacteriana. Esta digestión se realiza en grandes tanques cilíndricos en los cuales se introduce el fango y este es agitado y mezclado uniformemente por diferentes medios, agitadores de espas, inyector de gas etc. Este procedimiento requiere ciertas condiciones de temperatura (35°C), tiempo de retención (25 días aprox.), pH, alcalinidad etc.
- *Digestión Aerobia*, en la que se oxidan las materias biodegradables y la masa celular contenida en los fangos mediante la adición de aire.

- *Estabilización Química*, un proceso de estabilización y de reducción de patógenos mediante mezcla con cal.

Acondicionamiento: Es una fase previa preparatoria para una mayor eficacia de la deshidratación, en la que se rompe la estabilidad de los sólidos del fango por medio de reactivos químicos, lo que permite acelerar la pérdida de agua.

Deshidratación: proceso encaminado a eliminar agua del fango hasta convertirlo en una masa fácilmente manejable y transportable. Los sistemas más utilizados son los filtros bandas y las centrifugas que consiguen sequedades del 22-25%

Secado térmico: Con el secado térmico se consigue eliminar mediante energía térmica una gran parte del agua que no se puede conseguir mediante elementos mecánicos, consiguiendo sequedades del 90%.

2.4 INVENTARIO DE INSTALACIONES ANALIZADAS

2.4.1 Estaciones de depuración de aguas residuales urbanas en Galicia.

La población de Galicia se concentra mayoritariamente en las zonas costeras, siendo las áreas de las Rías Bajas y la del Golfo Ártabro (áreas metropolitanas de La Coruña y Ferrol) las de mayor densidad poblacional. Según los datos de 2015 del INE, Vigo es el municipio que cuenta con mayor número de habitantes de toda la Comunidad Autónoma.

Aunque Galicia cuenta con 313 ayuntamientos, el territorio de cada municipio se divide varias en parroquias, que a su vez pueden comprender varias localidades. Por ello, Galicia se caracteriza por su alta tasa de dispersión demográfica, lo que, unido a un elevado número de poblaciones, hace que un 50 % de los entes de población de España se localicen en Galicia, ocupando sólo el 5,8 % de la superficie total. Así, se calcula que en Galicia existen un millón de topónimos y micro topónimos.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

Sin tener en cuenta la subdivisión de los ayuntamientos en parroquias o localidades, la distribución de la población gallega según número de habitantes de cada ayuntamiento, sería la siguiente:

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DE GALICIA			
Tamaño Ayuntamiento (hab)	nº Aytos	%	nº habitantes %
<2.000	108		135.417 (5%)
2.000-10.000	149		677.085 (25%)
10.000-50.000	49		920.835 (34%)
>50.000	7		975.002 (36%)
Total Galicia	313		2.708.339

Como se desprende de la tabla anterior, un 36% de la población se concentra en los 7 ayuntamientos de más de 50.000 habitantes y un 70% de dicha población, está localizada en los 56 de más de 10.000 habitantes. Por el contrario, en los 108 ayuntamientos de menos de 2.000 habitantes, sólo reside el 5% de la población gallega.

Analizando la distribución de la población en las cuatro provincias de Galicia, destaca la despoblación de las provincias de Lugo y Ourense con un 12% de la población gallega en cada una de ellas, frente al 41% y 35% para A Coruña y Pontevedra respectivamente.

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DE GALICIA			
Provincia	nº Aytos	Nº habitantes %	Nº habitantes/ Ayto
A CORUÑA	93	1.110.419 (41%)	11.940
LUGO	67	325.001 (12%)	4.851
OURENSE	92	325.001 (12%)	3.533
PONTEVEDRA	61	947.919 (35%)	15.540
Total Galicia	313	2.708.339	8.653

Esta elevada despoblación y dispersión de la población implica que la población media en los ayuntamientos de Lugo sea de 4.851 habitantes y de 3.533 en los de Ourense.

El reducido tamaño de los ayuntamientos obliga a la instalación de una gran cantidad de estaciones de depuración de aguas residuales urbanas (EDARs) de pequeño tamaño:

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

El término de **habitante equivalente** sirve para comparar vertidos. Es un parámetro de comparación entre el vertido de una población y otra. A veces se usan los Kg de DBO₅ o DQO / unidad de tiempo de un vertido como valor de comparación. Pero el término más usado como valor estándar es el término de habitante equivalente. En realidad, solo se usa como referencia, no hay ningún aporte adicional pero sirve de comparación fácil.

Al hablar de población equivalente es fácil relacionarlo o asociarlo a algo real. Mientras que decir 6 millones de gramos de DBO₅ o 6000 Kg de DBO₅ es un número que no aporta ningún valor de correlación a no ser que se esté acostumbrado a tratar con estos términos, al decir 100.000 habitantes equivalentes es fácil relacionarlo con una población conocida.

En junio de 2016, Galicia contaba con 5 EDARs en construcción y 155 en funcionamiento (sólo se consideran instalaciones de más de 2.000 m³/mes), distribuidas tal y como se reflejaba en las imágenes siguientes:



EDARs en funcionamiento en Galicia

Provincia	Caudal de agua tratado		Distribución de las EDAR'S		
	hm ³ /año	%	nº	%	Habitantes equivalentes por EDAR
A CORUÑA	130	(37%)	65	(42%)	22.064
LUGO	45	(13%)	31	(20%)	13.488
OURENSE	26	(8%)	17	(11%)	16.580
PONTEVEDRA	147	(42%)	42	(27%)	33.267
Total Galicia	348		155		22.783

De las 155, casi la mitad están situadas en la provincia de A Coruña, aunque se trata menos caudal que en las de Pontevedra, debido a que las de esta última provincia son, en general, de mayor tamaño.



EDARs en construcción

2.4.2 Estaciones de depuración de aguas residuales urbanas en Portugal Norte.

Se dispone de datos de 23 Estaciones depuradoras situadas en la Región del Norte de Portugal, con las siguientes características:

EDAR PORTUGAL NORTE	Inicio funcionamiento	Población eq (h.e)	Caudal medio proyecto (m ³ /día)	Caudal punta proyecto (m ³ /h)	Población servida h.e.	Caudal medio tratado (m ³ /día)
Sobreiras	2.003	200.000	54.000	-	145.288	34.573
Freixo	2.000	170.000	35.900	-	171.408	24.189
Barcelos	1.999	133.250	19.000	-	92.394	17.787
Serzedo	2.009	97.196	13.772	987	41.297	7.059
Sousa	2.012	89.913	13.855	1.027	74.313	5.418
Vila Real	2.004	84.321	12.281	512	69.240	6.246
Chaves	2.010	57.748	9.069	622	24.762	7.139
Viana Castelo	2.002	49.703	7.484	771	49.700	2.692
Ponte da Baia	2.014	45.127	5.943	441	23.347	4.183
Esposende	2.015	40.000	6.750	-	29.295	3.307
Penices	2.010	32.404	6.214	355	19.106	2.396
Gelfa	2.004	27.025	5.700	399	12.537	1.997
Mirandela	2.005	26.509	5.422	300	25.149	2.985
Marinhas	2.015	23.000	3.800	-	14.881	1.129
Santo Emílio	2.009	22.684	3.382	276	17.856	2.320
Auga Longa	2.009	22.250	3.550	302	13.959	563
Peso da Regua	2.005	21.030	3.074	4.101	21.000	1.692
Lamego	2.004	19.300	4.811	421	11.719	15.122
Caminha	2.004	17.205	3.328	238	8.631	1.188
Cachao	2.012	10.000	349	107	929	181
Mosteiro	2.010	5.679	824	80	3.216	754
Vila Nova Cerveira	2.007	4.282	952	74	3.794	844
Campos Vila Nova Cerveira	2.007	3.794	1.114	108	7.741	998
TOTAL		1.202.420	220.574	11.121	881.562	144.761

2.4.3 Consumo energético de las EDAR existentes

La depuración de aguas residuales se realiza mediante una combinación de tecnologías físicas, químicas y biológicas de tratamiento que se aplican según las características de las aguas residuales a tratar y bajo criterios de funcionalidad, coste y efectividad.

Dentro de los costes de operación y mantenimiento de las EDAR, el coste de la energía es el mayor de todos, pues supone en la actualidad más del 56% de los costes totales de operación y mantenimiento (Albadalejo y Trapote, 2013).

En las plantas de tratamiento de aguas residuales, el consumo depende del tamaño de la planta, de la carga contaminante que recibe, de las tecnologías de tratamiento utilizadas y de los límites de vertido, entre otros. A su vez las plantas que eliminan nutrientes en el proceso de tratamiento tienen un mayor consumo energético.

Pese a las inevitables diferencias, la similitud en cuanto a proceso de las distintas EDAR permite y hace recomendable la elaboración de ratios comparativos para evaluar la situación energética de las mismas.

Se dispone de datos significativos de consumo energético anual de un total de 155 EDAR en Galicia y 23 en Portugal.

La variable que debería servir como variable independiente (Albadalejo y Santos, 2015), y sobre la cual se debe realizar la segmentación es la de habitantes equivalentes, ya que en ella se incluye, de una forma universalmente reconocida, tanto el caudal a tratar como la carga contaminante de entrada del mismo. Se utilizará el dato de h.e. reales y no de diseño, puesto que en la mayoría de los casos se observa un cierto sobredimensionamiento de las EDAR que provoca que no se corresponda el diseño con las cargas finalmente tratadas.

En Galicia se han analizado 155 EDAR, repartidas por toda la Comunidad Autónoma, con una población equivalente de diseño de 3.545.300 h.e., casi un 30% más que la población regional. Las más antiguas empezaron a funcionar en 1990, y las más recientes datan de 2005. Teniendo en cuenta la carga de contaminante real tratada, la división de las EDAR en categorías es:

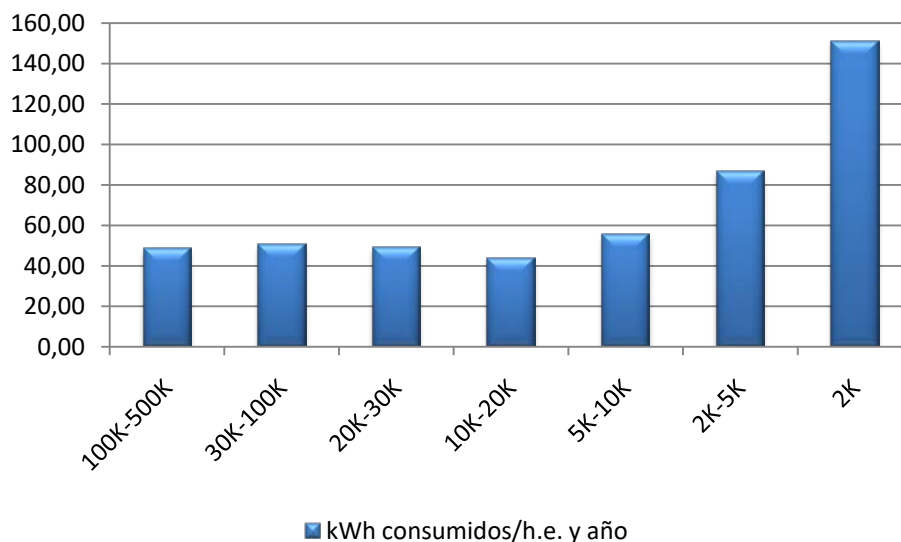
Rango h.e. Tratado	Nº	%
100K-500K	3	1,94%
30K-100K	6	3,87%
20K-30K	9	5,81%
10K-20K	16	10,32%
5K-10K	26	16,77%
2K-5K	57	36,77%
2K	38	24,52%
Total Galicia	155	

Como era de esperar, la elevada dispersión de la población gallega se traduce en un gran número de EDAR de pequeño tamaño. Más del 78% de las estaciones analizadas están por debajo de los 10.000 h.e. reales.

Tomando datos reales de consumo energético y h.e. tratados de los años 2.014-2.016, el consumo unitario promedio en las EDAR analizadas en Galicia osciló entre los 151,08 y los 43,73 kWh/h.e. y año, siendo las plantas con mayor consumo unitario las más pequeñas, es decir, aquellas con una carga de trabajo inferior a los 2.000 h.e.

Rango h.e. Tratado	kWh consumidos/h.e. y año
100K-500K	48,46
30K-100K	50,49
20K-30K	49,30
10K-20K	43,73
5K-10K	55,74
2K-5K	86,54
2K	151,08

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.



Ratio kWh/h.e. reales. EDAR Galicia

El mayor consumo de las plantas depuradoras pequeñas se debe a su diseño y a su operación. En general, los diseños de una depuradora se basan en criterios de proceso y funcionamiento mecánico (robustez). Es decir, se tiende a sobredimensionar las depuradoras, con instalaciones y equipos más grandes y de mayor potencia de lo realmente necesario. Este sobredimensionado supone que los sistemas de las EDAR no trabajan en sus puntos óptimos de funcionamiento, lo que puede disparar el consumo energético sino existe un buen control.

En las grandes depuradoras, aunque también exista un cierto sobredimensionado, existe un mayor control de los sistemas y se dispone de métodos para racionalizar el consumo energético, lo que explica su mejor respuesta energética.

Una vez segmentada la muestra por habitantes equivalentes, el parámetro que mejor correlaciona el consumo de energía es el de kWh/ m³.

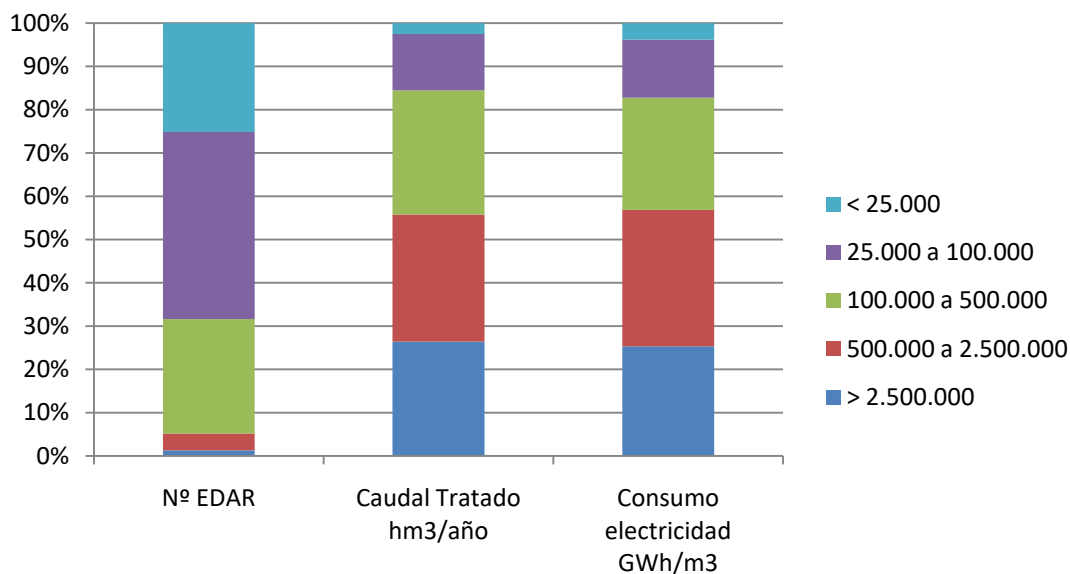
En la totalidad de las EDAR analizadas sólo existía consumo de electricidad. Según la carga tratada, las principales características de las EDAR gallegas son las siguientes:

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

Volumen agua tratada m ³ /mes	Nº	Población equivalente h.e.	Caudal tratado hm ³ /año	Consumo electricidad GWh/año	Consumo unitario kWh / h.e	Consumo medio kWh/m ³
> 2.500.000	2	1.000.000	91,96	32,55	32,55	0,354
500.000 a 2.500.000	6	874.266	102,20	40,47	46,29	0,396
100.000 a 500.000	41	1.061.753	99,85	33,30	31,36	0,334
25.000 a 100.000	67	492.210	45,33	17,26	35,06	0,381
< 25.000	39	103.145	8,70	4,91	47,56	0,564
Total Galicia	155	3.531.374	348,04	128,48	36,38	0,369

Como ya se ha indicado, la elevada dispersión de la población gallega provoca que la mayoría de las EDAR se concentren en la franja de tamaño medio-pequeño (>100.000m³/mes), suponiendo el 68% de las EDAR. Sin embargo, el 84% del caudal es tratado en las EDAR de mayor tamaño:

Volumen agua tratada m ³ /mes	Nº EDAR	Caudal tratado hm ³ /año	Consumo electricidad GWh/año
> 2.500.000	1,3%	26,4%	25,3%
500.000 a 2.500.000	3,9%	29,4%	31,5%
100.000 a 500.000	26,5%	28,7%	25,9%
25.000 a 100.000	43,2%	13,0%	13,4%
< 25.000	25,2%	2,5%	3,8%

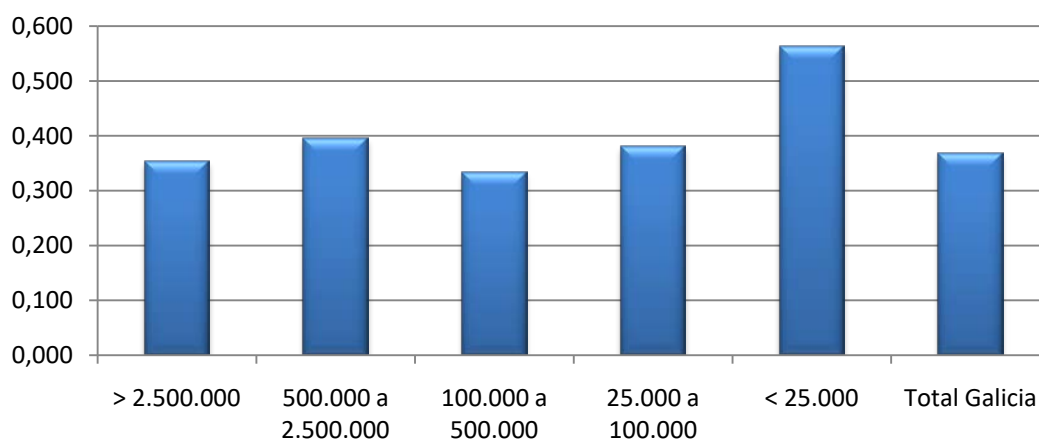


Distribución de EDAR Galicia, cargas y caudales

Los principales consumos energéticos en una EDAR son variables, y van a depender de la carga de trabajo que se reciba. Así, a mayor efluente más trabajo para las bombas, a mayor contaminación, mayor funcionamiento de los grupos de aireación, etc. Existen consumos “fijos”, independientes de la carga de trabajo, como pueden ser la iluminación de la planta, pero suponen un porcentaje mínimo del consumo final.

Las EDAR analizadas prestan servicio a 3.531.374 h.e. y consumen unos 128,48 GWh/año en electricidad, lo que equivale a unas emisiones a la atmósfera de más de 50.000³ Tn de CO₂/año. El mayor ratio de consumo se da en las EDAR de menor tamaño:

³ Ratio 390,01 gr CO₂/kWh



Consumo medio EDAR Galicia kWh/m³

Por tipologías, se presentan principalmente dos tipologías de EDAR: Físico-Química y biológica, siendo las segundas las más numerosas, al representar prácticamente el 97% del total.

Volumen agua tratada m³/mes	nº EDAR's analizadas	EDAR Físico-Química	EDAR Biológica
> 2.500.000	2	0	2
500.000 a 2.500.000	6	0	6
100.000 a 500.000	41	0	41
25.000 a 100.000	67	5	62
< 25.000	39	2	37
Total Galicia	155	7	148

Las 7 plantas físico-químicas son muy similares, contando con bombeo de cabecera, un pretratamiento, un proceso de coagulación-floculación, Desinfección por ultravioleta y un tratamiento en la línea de fangos consistente en espesador y filtro de banda.

En el caso de las 148 EDAR biológicas, existen diferencias más acusadas en los tratamientos, aunque la configuración más habitual es la de EDAR que cuenta con bombeo de cabecera,

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

pretratamiento, tratamiento secundario de lodos activados, eliminación de nutrientes y Desinfección UV y línea de fangos con espesador y centrífuga.

Una vez revisados los distintos procesos que tienen lugar en las EDAR biológicas del estudio, la distribución de los mismos es la siguiente:

Etapa	%EDAR
1. Bombeo Agua Bruta	52,03%
2. Pre-tratamiento	100,00%
3. Tratamiento primario	14,19%
4. Tratamiento secundario	100,00%
<i>Lodos activados</i>	90,54%
<i>Lechos inundados</i>	6,08%
<i>Otros</i>	3,38%
5. Tratamiento Avanzado	93,92%
<i>Desinfección UV</i>	56,12%
<i>Otros</i>	43,88%
6. Línea de Lodos	100,00%
<i>Espesador + Centrífuga</i>	54,73%
<i>Espesador + Filtro de banda</i>	40,54%
7. Otros	4,73%

En la región Portugal-Norte se han analizado un total de 23 EDAR, con una población equivalente de 1.139.420 h.e., el 30% de la población total de la región. Todas ellas fueron construidas entre 1.999 y 2.015.

Rango h.e. Tratado	Nº	%
100K-500K	2	8,70%
30K-100K	8	34,78%
20K-30K	3	13,04%
10K-20K	5	21,74%
5K-10K	2	8,70%
2K-5K	2	8,70%
2K	1	4,35%
Total Portugal-Norte	23	

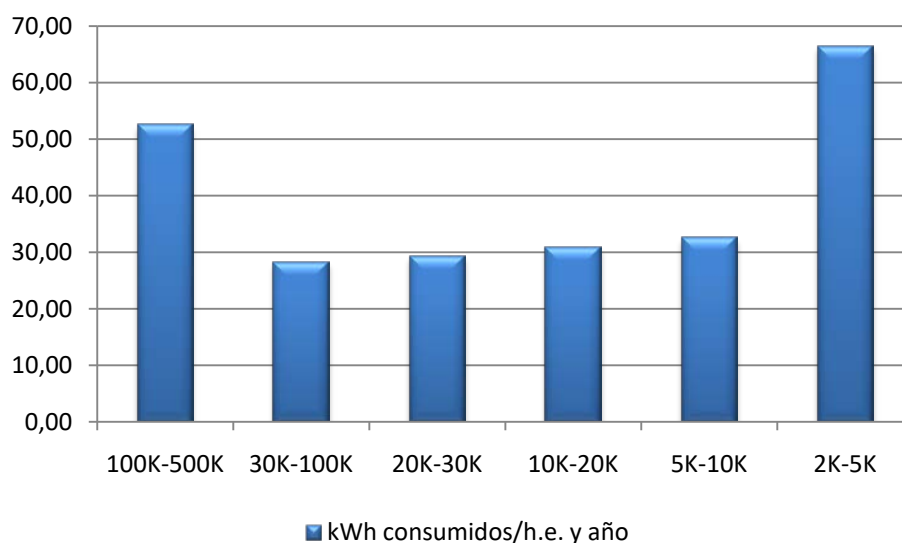
A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

Al contrario de lo que sucedía en Galicia, en este caso tiene más peso las EDAR de tamaño medio-grande, suponiendo las que sirven a poblaciones de más de 20.000 h.e. el 56,52% del total.

Los ratios de consumos por h.e. real son:

Rango h.e. Tratado	kWh consumidos/h.e. y año
100K-500K	52,50
30K-100K	28,20
20K-30K	29,29
10K-20K	30,88
5K-10K	32,57
2K-5K	66,43
2K	570,36

Los ratios de consumo son inferiores a los que presentan las EDAR gallegas, aunque al tratarse de una muestra menor también son menos significativos. En el caso de las EDAR de menor tamaño el consumo se dispara, pero se trata de una única EDAR y podría tratarse de un resultado anómalo debido a situaciones puntuales producidas en el período de recogida de datos.

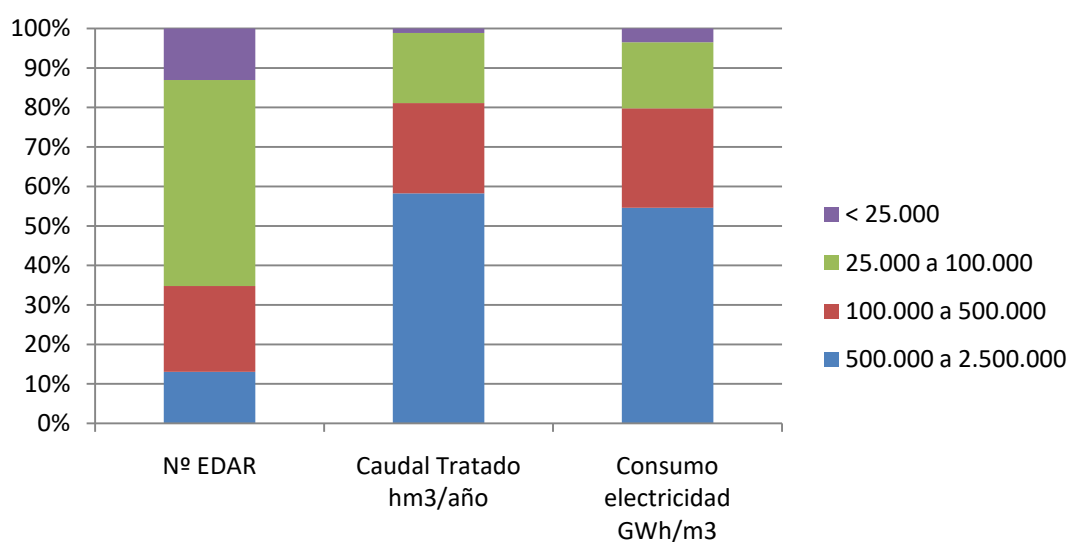


Ratio kWh/h.e. reales. EDAR Norte Portugal

En la totalidad de las EDAR analizadas sólo existía consumo de electricidad. Según la carga tratada, las principales características de las EDAR portuguesas son las siguientes:

Volumen agua tratada m ³ /mes	Nº	Población equivalente h.e.	Caudal tratado hm ³ /año	Consumo electricidad GWh/año	Consumo unitario kWh / h.e	Consumo medio KWh/m ³
> 2.500.000	-	-	-	-	-	-
500.000 a 2.500.000	3,00	503.250	27,56	17,43	34,64	0,633
100.000 a 500.000	5,00	374.305	10,82	8,04	21,49	0,744
25.000 a 100.000	12,00	223.936	8,40	5,35	23,89	0,637
< 25.000	3,00	37.929	0,54	1,11	29,21	2,054
Total Portugal-Norte	23,00	1.139.420	47,31	31,93	28,03	0,67

Volumen agua tratada m ³ /mes	Nº EDAR	Caudal tratado hm ³ /año	Consumo electricidad GWh/año
> 2.500.000	-	-	-
500.000 a 2.500.000	13,0%	58,2%	54,6%
100.000 a 500.000	21,7%	22,9%	25,2%
25.000 a 100.000	52,2%	17,8%	16,8%
< 25.000	13,0%	1,1%	3,5%

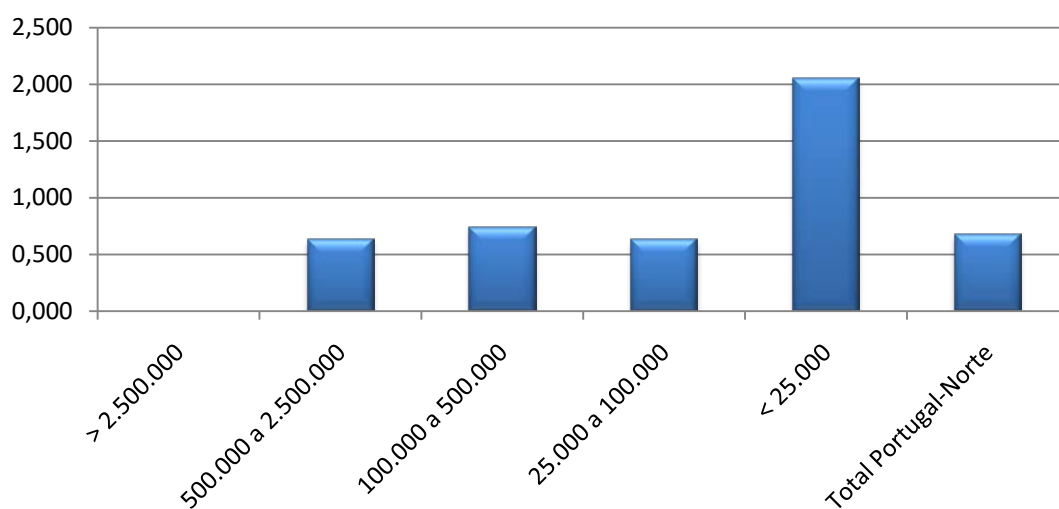


Distribución de EDAR Norte Portugal, cargas y caudales

Las 23 EDAR portuguesas analizadas están diseñadas para prestar servicio a 1.139.420 h.e. y consumen unos 31,93 GWh/año en electricidad, lo que equivale a unas emisiones a la atmósfera de más de 12.454⁴ Tn de CO₂/año. El mayor ratio de consumo se da en las EDAR

⁴ Ratio 390,01 gr CO₂/kWh

de menor tamaño, aunque como ya se ha indicado los datos de consumo de la EDAR de menor tamaño parecen excesivos:



Consumo medio EDAR Norte Portugal kWh/m³

Todas las EDAR portuguesas analizadas disponen de tratamiento biológico. Una vez revisados los distintos procesos que tienen lugar en las EDAR del estudio, la distribución de los mismos es la siguiente:

Etapa		%EDAR
1.	Bombeo Agua Bruta	43,48%
2.	Pre-tratamiento	100,00%
3.	Tratamiento primario	34,78%
4.	Tratamiento secundario	100,00%
	<i>Lodos activados</i>	82,61%
	<i>Otros</i>	17,39%
5.	Tratamiento Avanzado	73,91%
	<i>Desinfección UV</i>	94,12%
	<i>Otros</i>	5,88%
6.	Línea de Lodos	100,00%
	<i>Espesador + Centrífuga</i>	73,91%
	<i>Espesador + Filtro de banda</i>	13,04%
7.	Otros	13,04%

Es decir, todas la EDAR estudiadas tienen pretratamiento, tratamiento secundario (principalmente Lodos activados) y línea de Lodos. El 43,48% de las EDAR disponen de bombeo de cabecera y un 34,78% de un tratamiento primario, consistente principalmente en decantadores primarios. 19 de las EDAR utilizan como sistema de depuración biológica los lodos activados, y 17 disponen de un tratamiento avanzado, en la mayoría de los casos consistente en un sistema de desinfección UV.

Como ya se indicó, AQUALITRANS es un proyecto transfronterizo que busca enfrentarse a la problemática del consumo energético de las EDAR de una forma conjunta. La tipología de os residuos tratados en cada zona y las tecnologías utilizadas son prácticamente iguales, lo que facilita esa aproximación conjunta.

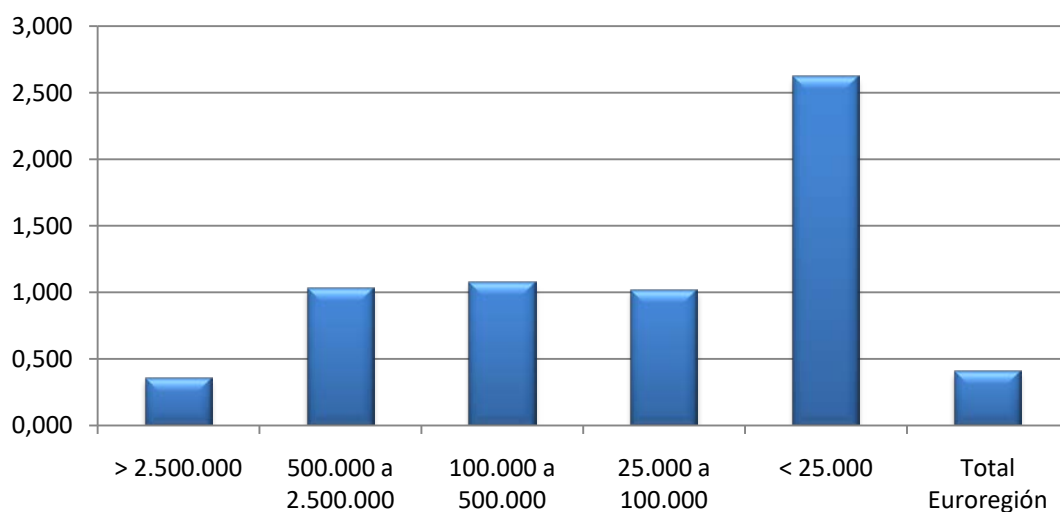
Si agrupamos los resultados de ambas zonas (Galicia y Norte de Portugal) llegamos a una visión general más amplia y afinada de la realidad de las EDAR en la Euroregión.

Así, las principales características de las EDAR analizadas son:

Volumen agua tratada m ³ /mes	Nº	Población equivalente h.e.	Caudal tratado hm ³ /año	Consumo electricidad GWh/año	Consumo unitario kWh / h.e	Consumo medio KWh/m ³
> 2.500.000	2	1.000.000	91,96	32,55	32,55	0,354
500.000 a 2.500.000	9	1.377.516	129,76	57,90	80,93	1,029
100.000 a 500.000	46	1.436.058	110,67	41,34	52,86	1,077
25.000 a 100.000	79	716.146	53,73	22,61	58,95	1,017
< 25.000	42	141.074	9,24	6,01	76,77	2,618
Total Euroregión	178	4.670.794	395,36	160,42	34,34	0,406

El consumo medio es mucho menor que el que se produce en las EDAR de menor tamaño, puesto que estas tienen poco peso en el total de los valores agrupados.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.



Consumo medio EDAR Euroregión kWh/m³

Esta diferencia de consumos unitarios puede deberse como ya se indicó a la combinación de dos factores: por un lado, el sobredimensionamiento de las EDAR para asegurar su respuesta correcta en situaciones de carga de contaminantes muy superiores a las normales y la falta de sistemas de control optimizados en las EDAR más pequeñas.

Se presentan principalmente dos tipologías de EDAR: Físico-Química y biológica, siendo las segundas las más numerosas, al representar prácticamente el 97% del total.

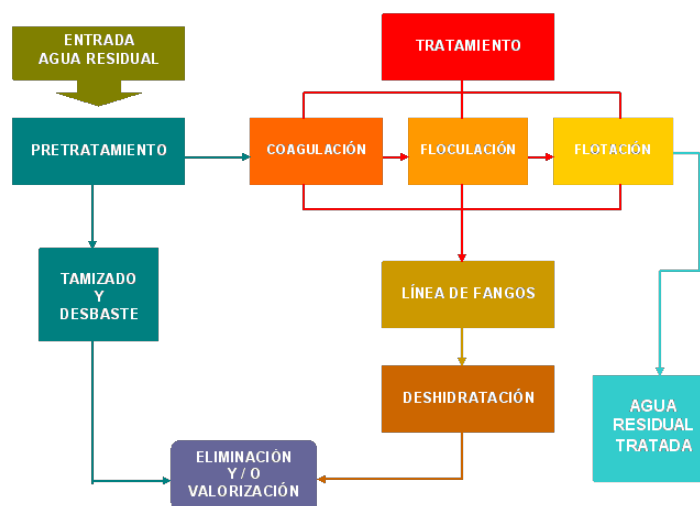
Volumen agua tratada m³/mes	nº EDAR's analizadas	EDAR Físico-Química	EDAR Biológica
> 2.500.000	2	0	2
500.000 a 2.500.000	9	0	9
100.000 a 500.000	46	0	46
25.000 a 100.000	79	5	74
< 25.000	42	2	40
Total Euroregión	178	7	171

Principales consumos en EDAR Físico Químicas

Las EDAR Físico química son en general de menor tamaño, y presentan un promedio de consumo de 73,25 kWh/h.e., ligeramente inferior al promedio de las EDAR de menos de 100.000 h.e.

En las 7 EDAR analizadas, todas ellas en Galicia, los procesos son básicamente iguales:

1. Bombeo de cabecera
2. Pretratamiento Tamices Masko Zoll y tanque de homogenización
3. Tratamiento primario Físico químico
4. Tratamiento avanzado Desinfección UV
5. Línea de lodos Espesador y filtro de banda



Esquema tratamiento EDAR Físico-Química

Fuente EDAR Burela

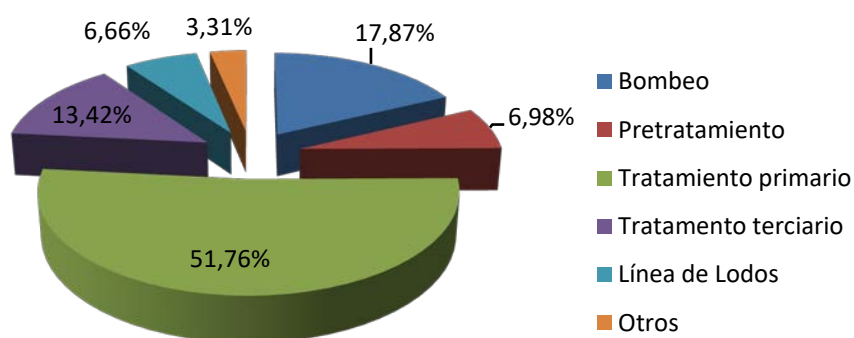
El principal consumo en este tipo de EDAR se debe a las bombas DAC, que son los equipos responsables de producir el agua sobresaturada con aire a presión que se incorpora en el tratamiento primario, durante el proceso de floculación, para facilitar la precipitación de los flóculos.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

Debido a la localización de estas EDAR todas ellas disponen de bombeos de cabecera cabecera para facilitar la entrada de agua residual en el proceso. Debido a las características de estas bombas y a su continuo funcionamiento, este es el segundo mayor consumo que se produce en estas plantas.

Todas estas EDAR realizan también un tratamiento terciario consistente en desinfección por rayos Ultravioletas, reduciendo al máximo la a cantidad de microorganismos patógenos en el agua. Aunque la potencia de estos equipos de desinfección no es muy elevada, su funcionamiento continuo provoca que su consumo sí sea representativo.

Otros consumo a tener en cuenta en este tipo de EDAR son los derivados del pretratamiento, en el que se utilizan habitualmente tamices rotativos, como los Masko-Zoll, para lograr una óptima separación de los sólidos en suspensión de mayor tamaño, y la línea de fangos.



Distribución de consumo por procesos en EDAR fisicoquímica

Fuente: Elaboración Propia⁵

⁵ Elaboración propia a partir de datos recogidos en las auditorías realizadas



Tamices Masko-Zoll



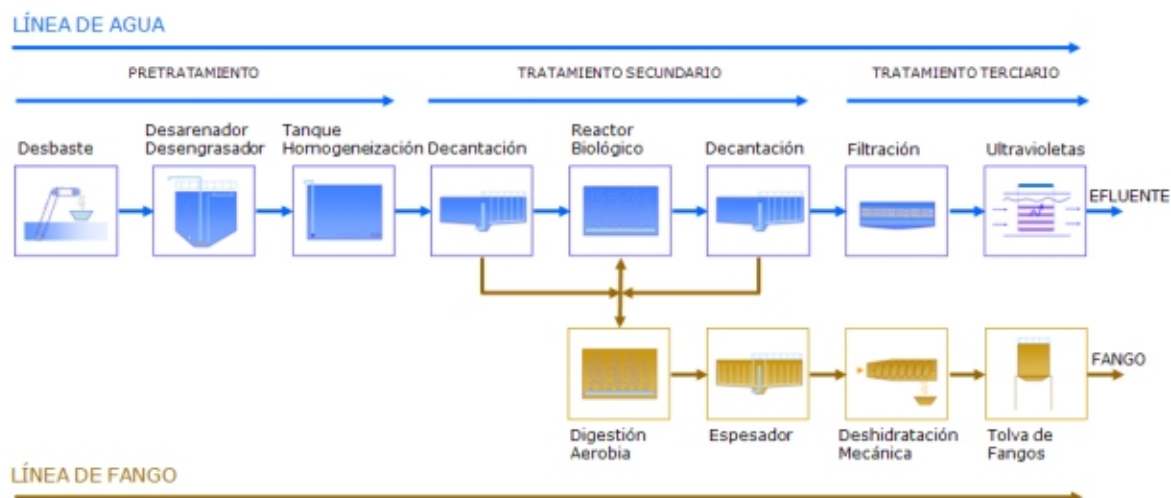
Bombas DAC



Tratamiento Físico-químico

Principales consumos en EDAR Biológicas

Se han analizado los consumos de 171 EDAR biológicas. En este caso, existen diferencias más acusadas en los tratamientos consumidores de electricidad, aunque la configuración más habitual es la de EDAR con bombeo de cabecera, pretratamiento, tratamiento secundario de lodos activados, eliminación de nutrientes y Desinfección UV y línea de fangos con espesador y centrífuga.



Ejemplo de procesos en EDAR biológica

Fuente: EPSAR. Generalitat Valenciana

Una vez revisados los distintos procesos que tienen lugar en las 171 EDAR biológicas del estudio, en España y Portugal, la distribución de los mismos es la siguiente:

Etapa		%EDAR
1.	Bombeo Agua Bruta	50,88%
2.	Pre-tratamiento	100,00%
3.	Tratamiento primario	16,96%
4.	Tratamiento secundario	100,00%
	<i>Lodos activados</i>	89,47%
	<i>Lechos inundados</i>	10,53%
	<i>Otros</i>	91,23%
5.	Tratamiento Avanzado	60,26%
	<i>Desinfección UV</i>	39,74%
	<i>Otros</i>	100,00%
6.	Línea de Lodos	57,31%
	<i>Espesador + Centrífuga</i>	36,84%
	<i>Espesador + Filtro de banda</i>	5,85%
7.	Otros	50,88%

La mitad de las EDAR analizadas disponen de un bombeo de cabecera, que facilita la entrada del agua bruta en la depuradora, que puede suponer entre el 15-20% del consumo final de la planta.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

En todas ellas hay un tratamiento primario que elimina los sólidos grandes, arenas y grasas, mediante rejillas, tamices y procesos de desarenado y desengrasado. En esta fase, el principal consumo se debe a los motores para mover los filtros y las soplamantas de desarenado. Es un proceso en el que el consumo eléctrico no es tan fuerte como en otros, suponiendo aproximadamente un 4% de la demanda total.

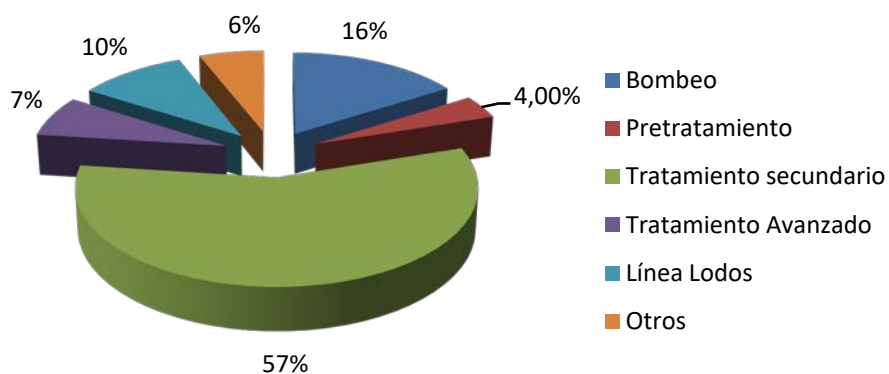
Una pequeña parte de las EDAR cuentan con un tratamiento primario, normalmente decantación, con un consumo mínimo

En las EDAR biológicas el principal consumo energético se da en el tratamiento secundario, debido principalmente a los equipos que realizan la mezcla y aireación del agua, los agitadores y las soplamantas. El consumo debido a estos equipos supera el 57% del total producido en la planta. A su vez, dentro del tratamiento biológico, la aireación biológica supone el 67% del proceso, lo que equivale al 40% del consumo energético de una EDAR.

Casi el 94% de las EDAR disponen de un tratamiento avanzado para la eliminación de nutrientes. El consumo producido en tratamiento avanzado se debe principalmente al sistema de desinfección UV, y supone aproximadamente el 7% del consumo total. En casi la mitad de los casos, el tratamiento terciario consiste únicamente en la eliminación de nutriente (Nitrógeno y Fósforo), incorporando por ejemplo reactivos para precipitarlos, sin incluir el tratamiento de desinfección.

En la línea de tratamiento de lodos los equipos que presentan mayor consumo son las centrífugas y los diferentes equipos de bombeo. También suponen un consumo importante los equipos de desodorización. En total, este proceso consume aproximadamente el 10% de la electricidad demandada.

Finalmente, hay otros equipos consumidores asociados a procesos auxiliares, a la iluminación de la planta, la climatización, sistemas de control, etc. Aunque son en general consumos de pequeña entidad, considerados globalmente alcanzan el 6% de la demanda total:



Distribución de consumo por procesos en EDAR biológica

Fuente: Elaboración Propia⁶

⁶ Elaboración propia a partir de datos recogidos en las auditorías realizadas

3 INSTALACIONES AUDITADAS

Para la elaboración de este informe se realizaron auditorías energéticas en 10 EDAR seleccionadas en Galicia y Portugal. Las EDAR objeto de estudio se seleccionaron de forma que fuesen representativas de las diferentes tipologías existentes.

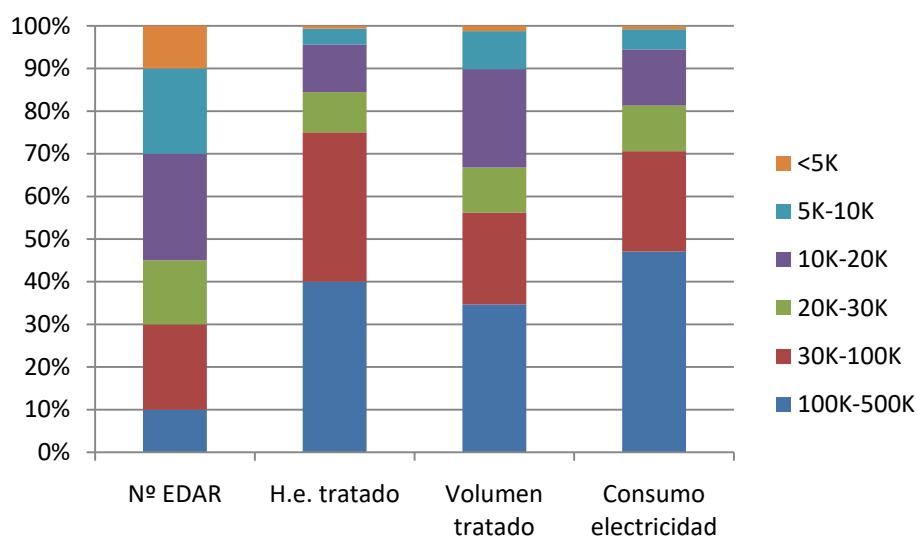
Las EDAR auditadas fueron:

	EDAR	Localización	H.e. diseño	Tipología
EDAR 1	A Pobra	Galicia	30.000	Biológica
EDAR 2	Ares	Galicia	52.000	Biológica
EDAR 3	Gondomar	Galicia	24.000	Biológica
EDAR 4	Nigrán	Galicia	70.000	Biológica
EDAR 5	Ribadeo	Galicia	37.500	Biológica
EDAR 6	Arcade	Galicia	8.621	Físico-química
EDAR 7	Cedeira	Galicia	10.395	Biológica
EDAR 8	Ortigueira	Galicia	5.000	Biológica
EDAR 9	Tomiño	Galicia	8.454	Biológica
EDAR 10	Vilaboa	Galicia	3.032	Físico-química
EDAR 11	Barcelos	Norte Portugal	133.250	Biológica
EDAR 12	Chaves	Norte Portugal	57.748	Biológica
EDAR 13	Freixo	Norte Portugal	170.000	Biológica
EDAR 14	Lamego	Norte Portugal	19.300	Biológica
EDAR 15	Penices	Norte Portugal	32.404	Biológica
EDAR 16	Ponte da Baía	Norte Portugal	45.127	Biológica
EDAR 17	Serzedo	Norte Portugal	97.196	Biológica
EDAR 18	Sobreiras	Norte Portugal	200.000	Biológica
EDAR 19	Sousa	Norte Portugal	89.913	Biológica
EDAR 20	Vilareal	Norte Portugal	84.321	Biológica

Para conseguir resultados extrapolables al conjunto de las EDAR, se seleccionó una muestra representativa de las principales configuraciones existentes, de forma que los resultados pudiesen ser extrapolables al total de las EDAR existentes. Así, se seleccionaron 2 EDAR físico-químicas, y 18 biológicas.

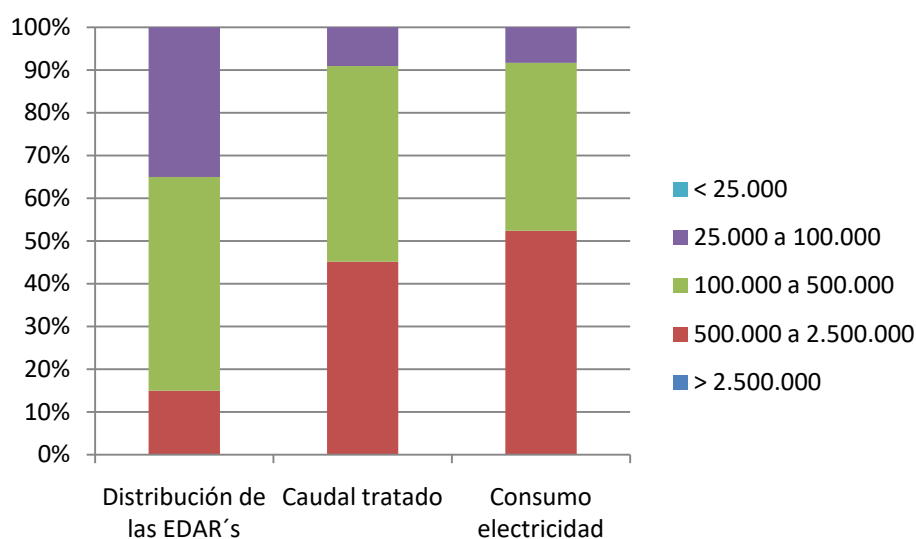
A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

Rango h.e. Tratado	Nº EDAR Auditadas	H.e. tratados	Volumen agua tratada hm ³ /mes	Consumo electricidad GWh/año
100K-500K	2	316.696	21.154	15,95
30K-100K	4	277.244	13.143	7,98
20K-30K	3	74.664	6.447	3,62
10K-20K	5	88.653	14.093	4,46
5K-10K	4	29.258	5.427	1,60
<5K	2	5.155	748	0,27
TOTAL	20	791.670	61.013	33,88



Distribución EDAR auditadas por h.e. tratado

Volumen agua tratada m ³ /mes	EDAR seleccionadas	Caudal tratado hm ³ /año	Consumo electricidad GWh/año
> 2.500.000	-	-	-
500.000 a 2.500.000	13,0%	58,2%	54,6%
100.000 a 500.000	21,7%	22,9%	25,2%
25.000 a 100.000	52,2%	17,8%	16,8%
< 25.000	13,0%	1,1%	3,5%

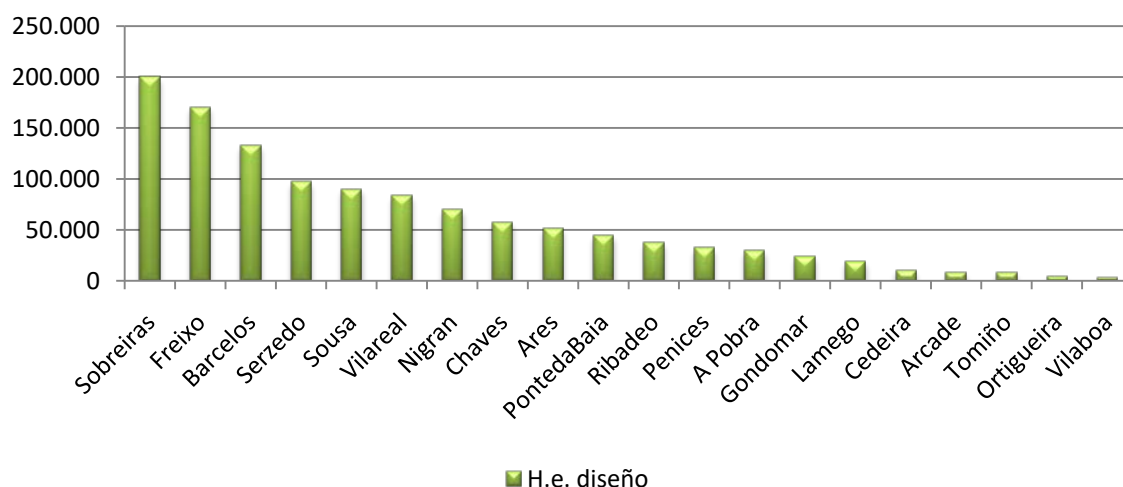


Distribución EDAR auditadas por caudal tratado

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS AUDITADAS

En general son plantas de tamaño medio, siendo las mayores las de Sobreiras y Freixo en Portugal, y las de menor tamaño las de Vilaboa y Ortigueira, en Galicia:

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.



Habitantes equivalentes de diseño en EDAR auditadas

A continuación se muestran las principales variables observadas en las diferentes auditorías:

	EDAR	H.e. reales	Volumen tratado m ³ /día	kWh Consumidos	Emisiones CO ₂ Tn/año
EDAR 1	A Pobra	26.555	6.496	1.470.066	573,34
EDAR 2	Ares	18.285	14.804	756.464	295,03
EDAR 3	Gondomar	19.615	10.083	791.258	308,60
EDAR 4	Nigrán	19.929	9.599	1.337.613	521,68
EDAR 5	Ribadeo	7.614	5.922	680.880	265,55
EDAR 6	Arcade	6.115	3.206	248.729	97,01
EDAR 7	Cedeira	6.097	3.220	346.763	135,24
EDAR 8	Ortigueira	2.508	860	179.458	69,99
EDAR 9	Tomiño	9.431	2.521	319.872	124,75
EDAR 10	Vilaboa	2.647	1.189	92.626	36,13
EDAR 11	Barcelos	92.394	17.543	1.482.530	578,20
EDAR 12	Chaves	24.762	7.041	769.671	300,18
EDAR 13	Freixo	171.408	23.858	4.543.230	1.771,91
EDAR 14	Lamego	11.719	1.764	763.529	297,78
EDAR 15	Penices	19.106	2.363	814.322	317,59
EDAR 16	Ponte da Baia	23.347	4.126	1.381.154	456,97
EDAR 17	Serzedo	41.297	6.962	2.875.507	1.121,48
EDAR 18	Sobreiras	145.288	34.099	11.405.659	4.448,32
EDAR 19	Sousa	74.313	5.344	1.452.719	406,04
EDAR 20	Vilareal	69.240	6.161	2.167.798	845,46
	TOTAL AUDITADO	791.670	167.160	33.879.849	12.971

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

3.1.1 Tipología y procesos

De las 20 seleccionadas, dos tienen un sistema de eliminación fisicoquímico (Arcade y Vilaboia) y el resto dispone de un tratamiento secundario biológico:

	Biológicas	Fisicoquímica
Bombeo	12	2
Pretratamiento	18	2
Tratamiento primario	-	2
Tratamiento secundario	18	-
<i>Fangos activados</i>	14	-
<i>Lechos inundados</i>	2	-
<i>Reactores biológicos</i>	2	-
Tratamiento avanzado	15	2
<i>Eliminación de nutrientes</i>	3	-
<i>Eliminación de nutrientes + Desinfección UV</i>	8	-
<i>Desinfección UV</i>	4	2
Línea de Fangos	18	2

Las EDAR de Ponte da Baia y Sousa aprovechan los lodos generados para la producción de biogás.

14 de las EDAR auditadas disponen de bombeos de cabecera para facilitar la entrada del agua bruta en el proceso de depuración.

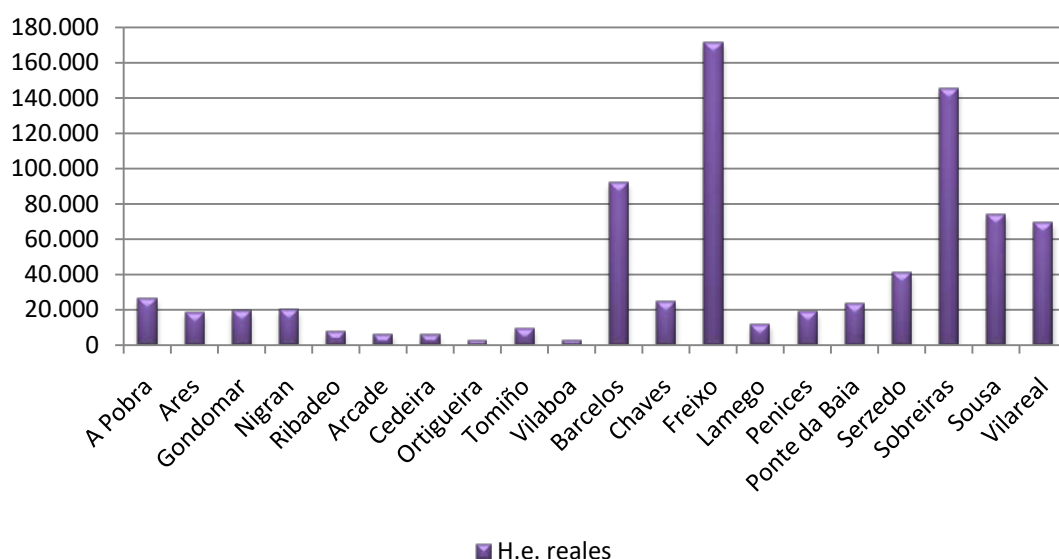
En todas ellas hay un pretratamiento para la eliminación de sólidos gruesos, arenas, grasa, etc

En el caso de las biológicas, el 78% disponen de un sistema de lodos activados, con aireación. Aproximadamente la mitad cuentan con sistemas de lechos difusores y el resto con aireación superficial.

El 75% de las EDAR auditadas cuentan con un tratamiento avanzado, en la mayoría de los casos basado en un proceso de desinfección UV.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

3.1.2 Rango de funcionamiento



Habitantes equivalentes tratados/año en EDAR auditadas

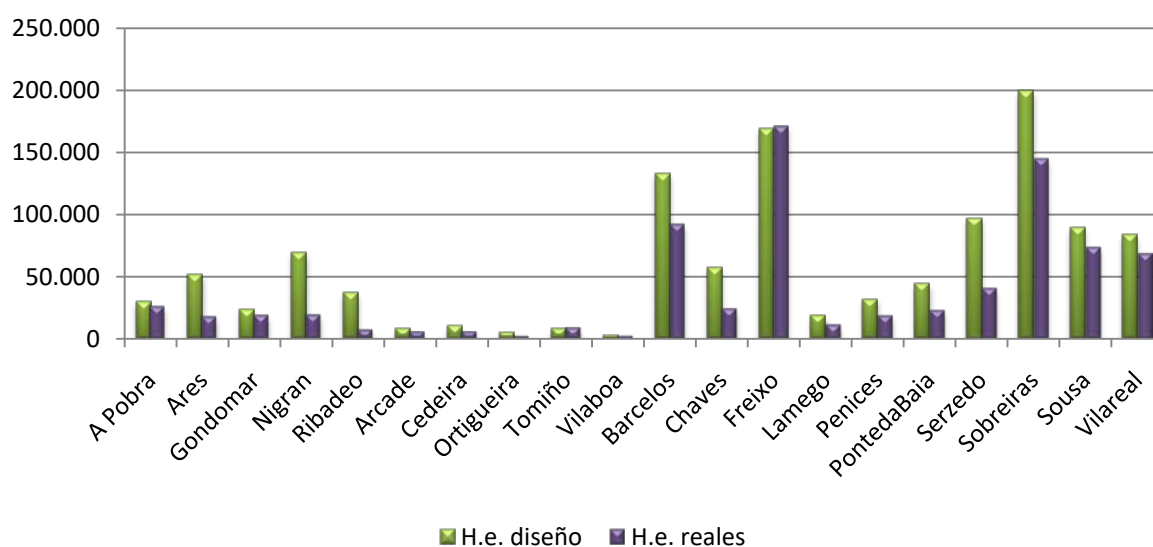
Las EDAR con mayor carga de trabajo real son las de Freixo y Sobreiras, en Portugal, **que** tratan más de 170.000 y 140.000h.e. respectivamente.

Si comparamos los h.e. de diseño y reales, constatamos que las EDAR auditadas están en general sobredimensionadas respecto a la carga real con la que trabaja:

EDAR	H.e. diseño	H.e. reales	he reales/he diseño
A Pobra	30.000	26.555	89%
Ares	52.000	18.285	35%
Gondomar	24.000	19.615	82%
Nigran	70.000	19.929	28%
Ribadeo	37.500	7.614	20%
Arcade	8.621	6.115	71%
Cedeira	10.395	6.097	59%
Ortigueira	5.000	2.508	50%
Tomiño	8.454	9.431	112%
Vilaboa	3.032	2.647	87%
Barcelos	133.250	92.394	69%
Chaves	57.748	24.762	43%
Freixo	170.000	171.408	101%
Lamego	19.300	11.719	61%
Penices	32.404	19.106	59%

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

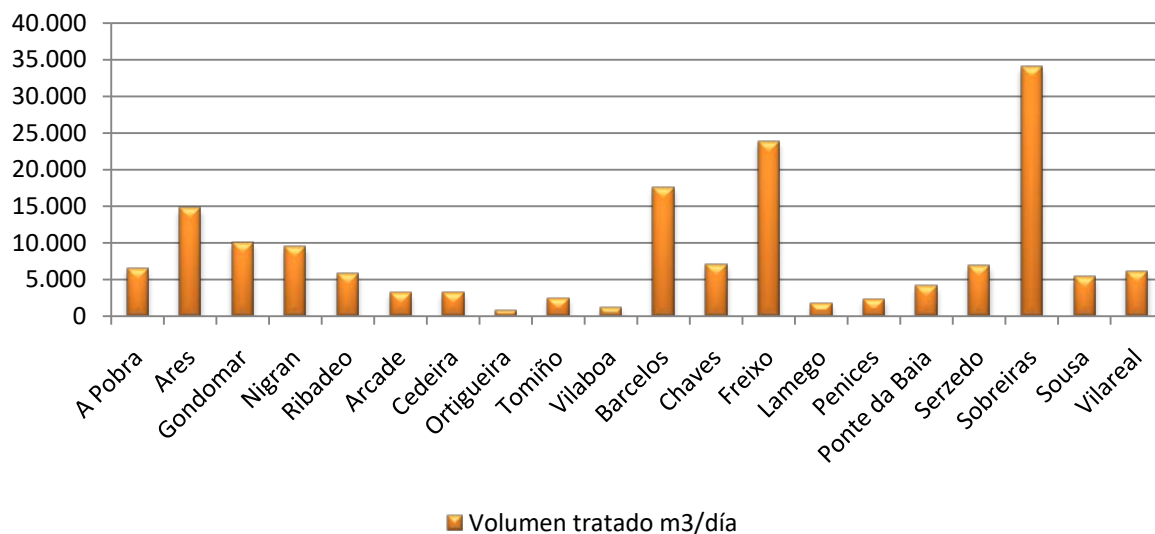
Ponte da Baia	45.127	23.347	52%
Serzedo	97.196	41.297	42%
Sobreiras	200.000	145.288	73%
Sousa	89.913	74.313	83%
Vilareal	84.321	69.240	82%
TOTAL	1.178.261	791.670	



Comparativa h.,e. diseño y h.e. reales en EDAR auditadas

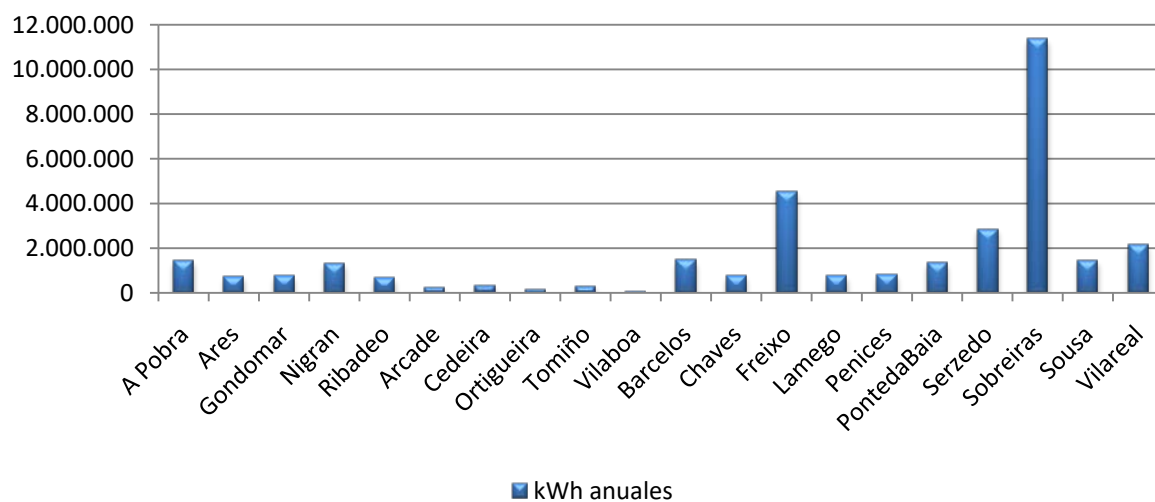
De todas las EDAR auditadas, sólo en las de Freixo y Tomiño las dos cantidades son similares.

Otro indicador que muestra el trabajo realizado en cada una de las EDAR es el volumen de agua tratado anualmente:



Se observa que no hay una relación proporcional entre caudales tratados y h.e., debido a la diferente composición de las aguas residuales que llegan a cada EDAR.

Por lo que respecta al consumo energético anual:



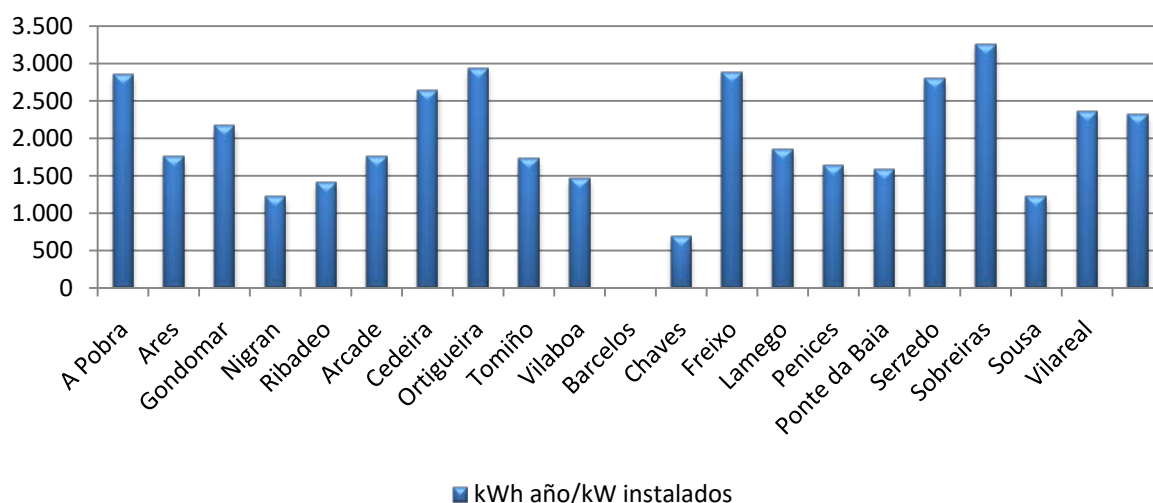
Consumo anual en kWh por EDAR auditada

3.1.3 Consumos energéticos, costes y emisiones

Todas las EDAR auditadas consumían únicamente electricidad, aportada por la red general de distribución. Esta demanda energética es proporcional a la carga de trabajo de la EDAR (h.e. y m³ tratados), aunque también va a depender de otros factores, como el grado de optimización y de eficiencia de los procesos seguidos en cada una:

EDAR	kW instalados	kWh Consumidos	kWh año/kW instalados
A Pobra	514,82	1.470.066	2.855
Ares	431,87	756.464	1.752
Gondomar	364,85	791.258	2.169
Nigran	1.089,23	1.337.613	1.228
Ribadeo	484,00	680.880	1.407
Arcade	142,05	248.729	1.751
Cedeira	131,22	346.763	2.643
Ortigueira	61,11	179.458	2.937
Tomiño	184,70	319.872	1.732
Vilaboa	62,98	92.626	1.471
Barcelos ⁷	-	1.482.531	-
Chaves	1.114,55	769.671	691
Freixo	1.575,70	4.543.230	2.883
Lamego	411,76	763.529	1.854
Penices	496,66	814.322	1.640
Ponte da Baia	874,69	1.381.154	1.579
Serzedo	1.026,23	2.875.507	2.802
Sobreiras	3.497,30	11.405.659	3.261
Sousa	1.187,96	1.452.719	1.223
Vilareal	918,85	2.167.798	2.359
TOTAL	14.570,53	33.878.849	2.325

⁷ No hay datos de potencia de EDAR Barcelos



Ratio anual kWh/kW por EDAR auditada

El coste del suministro energético va a depender del volumen demandado, la potencia contratada, el precio pactado con la comercializadora y la existencia de descuentos o penalizaciones. El coste mostrado incluye todos estos aspectos, pero no el IVA, puesto que en la mayoría de los casos las EDAR son gestionadas por empresas que pueden desgravarlo.

Para determinar las emisiones de CO₂ se ha utilizado como ratio para todas las EDAR 0,39001 kgCO₂/kWh consumido:

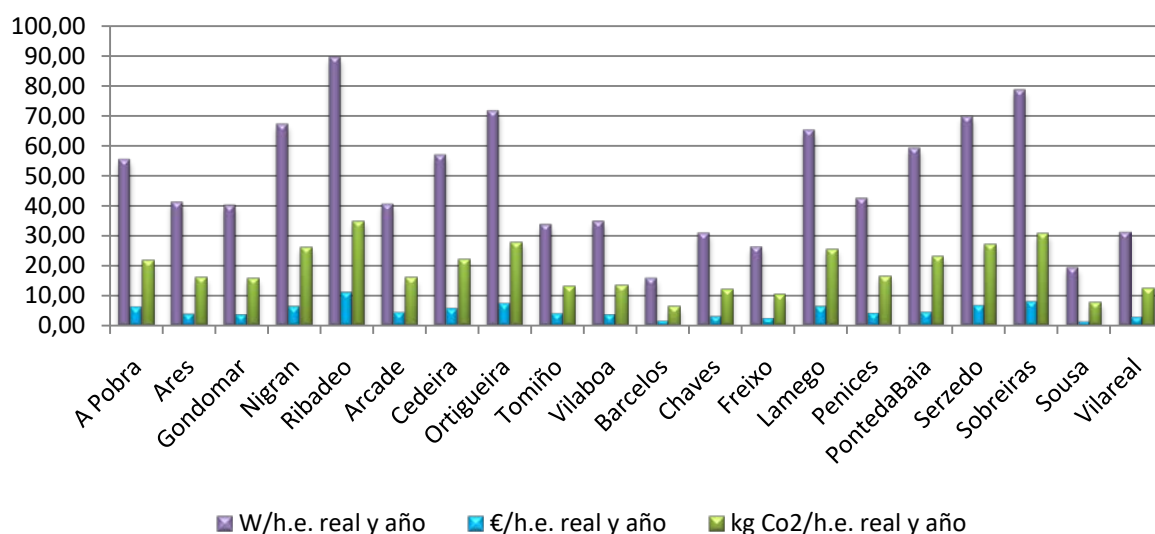
EDAR	H.e. reales	m ³ /año	kWh/año	€/año	Tn CO ₂ /año
A Pobra	26.555	2.371.074	1.470.066	161.942	573,34
Ares	18.285	5.403.314	756.464	72.326	295,03
Gondomar	19.615	3.680.270	791.258	74.137	308,60
Nigran	19.929	3.503.635	1.337.613	124.811	521,68
Ribadeo	7.614	2.161.524	680.880	83.139	265,55
Arcade	6.115	1.170.205	248.729	27.318	97,01
Cedeira	6.097	1.175.320	346.763	34.496	135,24
Ortigueira	2.508	313.848	179.458	18.186	69,99
Tomiño	9.431	920.300	319.872	38.720	124,75
Vilaboa	2.647	433.928	92.626	9.915	36,13
Barcelos	92.394	6.403.243	1.482.531	145.741	578,20
Chaves	24.762	2.570.102	769.671	77.133	300,18
Freixo	171.408	8.708.157	4.543.230	426.026	1.771,91
Lamego	11.719	643.868	763.529	73.349	297,78

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

Penices	19.106	862.406	814.322	79.895	317,59
Ponte da Baia	23.347	1.506.000	1.381.154	106.137	538,66
Serzedo	41.297	2.541.133	2.875.507	272.449	1.121,48
Sobreiras	145.288	12.445.960	11.405.659	1.146.035	4.448,32
Sousa	74.313	1.950.464	1.452.719	101.263	566,57
Vilareal	69.240	2.248.636	2.167.798	203.492	845,46
TOTAL	791.670	61.013.387	33.879.849	3.276.510	13.213,48

Si analizamos las variables principales como ratios respecto a los h.e. tratados:

EDAR	H.e. reales	kW/h.e. real y año	€/h.e. real y año	kg CO ₂ /h.e. real y año
A Pobra	26.555	55,36	6,10	21,59
Ares	18.285	41,37	3,96	16,14
Gondomar	19.615	40,34	3,78	15,73
Nigran	19.929	67,12	6,26	26,18
Ribadeo	7.614	89,42	10,92	34,87
Arcade	6.115	40,84	4,47	15,93
Cedeira	6.097	56,87	5,66	22,18
Ortigueira	2.508	71,55	7,25	27,91
Tomiño	9.431	33,92	4,11	13,23
Vilaboa	2.647	34,99	3,75	13,65
Barcelos	92.394	16,05	1,58	6,26
Chaves	24.762	31,08	3,11	12,12
Freixo	171.408	26,51	2,49	10,34
Lamego	11.719	65,15	6,26	25,41
Penices	19.106	42,62	4,18	16,62
Ponte da Baia	23.347	59,16	4,55	23,07
Serzedo	41.297	69,63	6,60	27,16
Sobreiras	145.288	78,50	7,89	30,62
Sousa	74.313	19,55	1,36	7,62
Vilareal	69.240	31,31	2,94	12,21
PROMEDIO		42,80	4,14	16,69

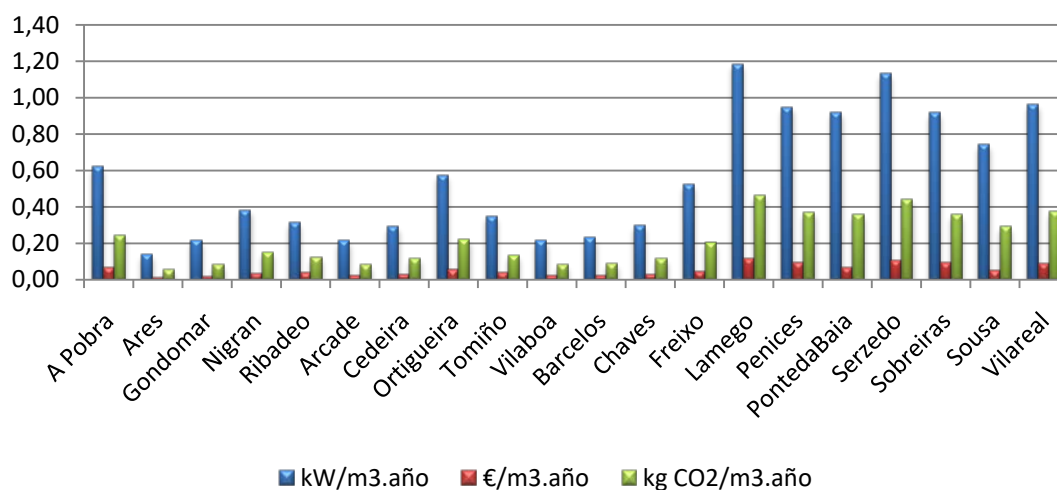


Ratios de consumo por h.e por EDAR auditada

Y respecto a los m³ tratados de agua:

EDAR	m ³ /día	kW/m ³ año	€/ m ³ año	kg CO ₂ / m ³ año
A Pobra	2.371.074	0,62	0,07	0,24
Ares	5.403.314	0,14	0,01	0,05
Gondomar	3.680.270	0,22	0,02	0,08
Nigran	3.503.635	0,38	0,04	0,15
Ribadeo	2.161.524	0,32	0,04	0,12
Arcade	1.170.205	0,21	0,02	0,08
Cedeira	1.175.320	0,30	0,03	0,12
Ortigueira	313.848	0,57	0,06	0,22
Tomiño	920.300	0,35	0,04	0,14
Vilaboa	433.928	0,21	0,02	0,08
Barcelos	6.403.243	0,23	0,02	0,09
Chaves	2.570.102	0,30	0,03	0,12
Freixo	8.708.157	0,52	0,05	0,20
Lamego	643.868	1,19	0,11	0,46
Penices	862.406	0,94	0,09	0,37
Ponte da Baia	1.506.000	0,92	0,07	0,36
Serzedo	2.541.133	1,13	0,11	0,44
Sobreiras	12.445.960	0,92	0,09	0,36
Sousa	1.950.464	0,74	0,05	0,29
Vilareal	2.248.636	0,96	0,09	0,38
PROMEDIO		0,56	0,05	0,22

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.



Ratios de consumo por m³ por EDAR auditada

3.2 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO ENERGÉTICO

La auditoría energética es un proceso de inspección y análisis sistemáticos del uso y consumo de energía en un emplazamiento, edificio, sistema u organización con el objetivo de identificar e informar acerca de los flujos de energía y del potencial de mejora de la eficiencia energética.

El objetivo del estudio energético será obtener un conocimiento adecuado del perfil de consumo de energía de la organización, permitiendo determinar y cuantificar las posibilidades de ahorro de energía, así como la viabilidad económica de las diferentes alternativas de ahorro facilitando además la adopción de decisiones de inversión.

Las plantas se auditaron de acuerdo a la metodología establecida en el documento A2.2.1. Metodología de Planes de Mejora a los requisitos técnicos exigidos para las auditorías energéticas según las normas UNE EN 16247. Se han analizado:

- Facturación energética: en este caso, las EDAR auditadas sólo tenían consumos de electricidad. Se han estudiado las diferentes variables que afectan a la compra de electricidad: tarifas contratadas, potencias, precio de la energía, etc.
- Resultados de mediciones realizadas: Durante las auditorías se han realizado diferentes mediciones: analizador de redes, pinzas amperimétricas, cámara

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

termográfica... para conseguir una imagen real del estado actual de las instalaciones y de sus consumos.

- Análisis de las instalaciones: a partir de las visitas realizadas, del inventario de equipos y de los períodos de funcionamiento de los mismos se ha establecido el consumo debido a cada equipo y proceso dentro de la planta,

Los 3 análisis anteriores en conjunto permiten ver y valorar los consumos energéticos y gastos de cada planta, y localizar las posibles ineficiencias u oportunidades de mejora.

A partir de ellas se ha planteado diferentes propuestas de mejora, para optimizar la operativa energética de las plantas. Estas propuestas de mejora suponen una importante disminución tanto de gasto económico como de consumo de energía, con la consiguiente reducción de emisiones asociadas a las actividades de depuración.

Se adjunta como documento anexo un resumen de los resultados obtenidos en el proceso de cada auditoría. Su análisis y extrapolación al resto de las EDAR de la Euroregión permitirá establecer el potencial de ahorro energético real, que beneficiará a usuarios, empresas explotadoras, y al medio ambiente de toda la zona.

3.3 FACTURACIÓN ENERGÉTICA

Para el análisis de la facturación energética se han utilizado facturas de al menos una anualidad completa. Su tratamiento y análisis se ha centrado principalmente en:

- Evolución de los consumos energéticos a partir de las facturas y de las curvas de carga en aquellos puntos donde esté disponible.
Se obtuvo con ello un perfil de consumo del edificio analizado, pudiendo conocer y plasmar el régimen de funcionamiento de los principales equipos y la evolución temporal de los consumos energéticos.
- Adecuación de la tarifa contratada. Se analizaron los términos de facturación: tipo de tarifa, potencias contratadas, penalización por reactiva y su adecuación al perfil de consumo de las instalaciones.

Las tarifas observadas en estas auditorías fueron:

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

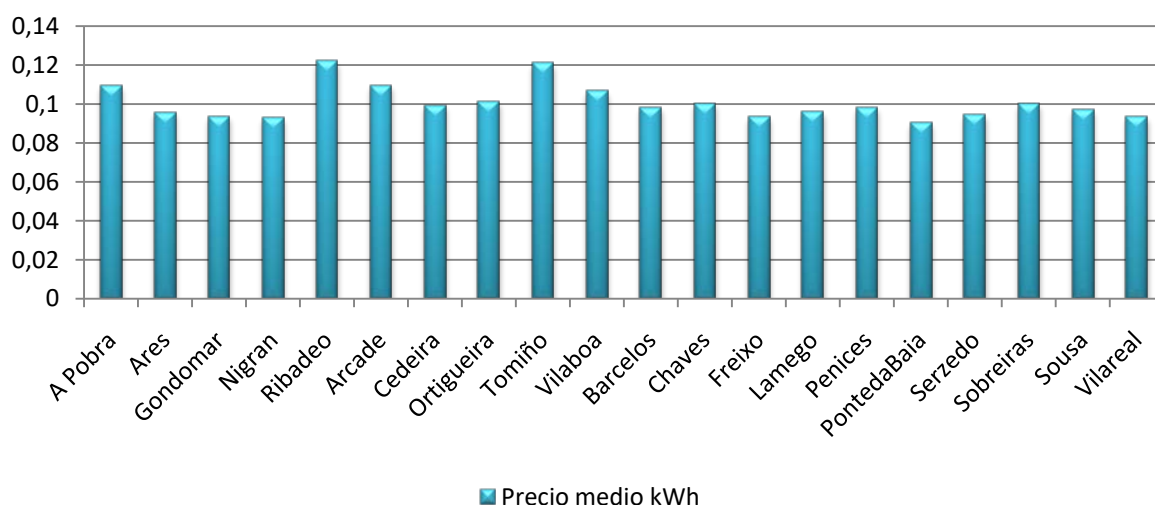
Tarifa	Características	Nº EDAR
3.0A (España)	Baja tensión con $P > 15$ kW Con discriminación horaria: 3 periodos con 3 precios diferentes	4
3.1A (España)	Alta tensión ($V < 36$ kV) con $P \leq 450$ kW Con discriminación horaria: 3 periodos con 3 precios diferentes	4
6.1A (España)	Alta tensión ($V < 30$ kV) con $P > 450$ kW Con discriminación horaria: 6 periodos con 6 precios diferentes	2
Tetra-Horaria (Portugal)	Media Tensión (1 kV a 45 kV) Con discriminación horaria: 4 periodos con 4 precios diferentes	10

Todas las plantas auditadas tienen tarifas con discriminación horaria, adaptadas a los requisitos de suministro y potencia demandada.

Las tarifas con discriminación horarias presentan diferentes precios de potencia y energía en cada uno de los períodos considerados. Normalmente, las horas centrales del día son las más caras, mientras que el período nocturno y los días no laborables son los más económicos, pudiendo existir diferencias entre precio en cada período superiores al 40%

En todas las EDAR analizadas se consideró apropiada la tarifa seleccionada.

Los precios medios de la energía se han establecido a partir de los datos de facturación disponibles. Estos precios incluyen energía activa, potencia, posibles recargos por consumo de energía reactiva o exceso de potencia, descuentos comerciales y otros conceptos, pero no incluyen el IVA, puesto que en la mayoría de los casos se les factura la energía a empresas.



Precio promedio €/kWh por EDAR auditada

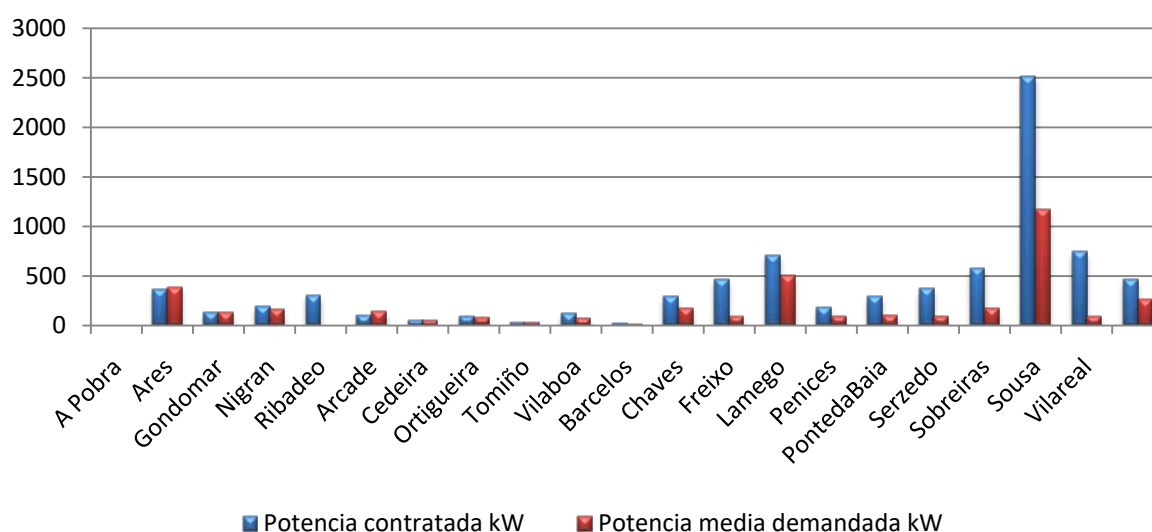
Los precios oscilan entre los 12,21 y los 9,06 céntimos€, siendo el precio medio 0,1008 cént€/kWh consumido.

La potencia contratada debe estar directamente relacionada con la demanda de potencia de las plantas. Al tratarse de tarifas con discriminación horaria, pueden contratarse diferentes potencias para cada período, ajustándose así a las diferentes demandas:

EDAR	Potencia contratada kW	Potencia media demandada kW	P demanda/P contrato
A Pobra	368	382,33	103,89%
Ares	133,6	135,10	101,12%
Gondomar	190	166,42	87,59%
Nigrán	300	0,00	0,00%
Ribadeo	98	141,42	144,30%
Arcade	53	46,92	88,53%
Cedeira	87	80,58	92,62%
Ortigueira	27,7	30,33	109,49%
Tomiño	125	76,75	61,40%
Vilaboa	23	17,83	77,52%
Barcelos	292,95	177,00	60,42%
Chaves	465	86,00	18,49%
Freixo	710	499,00	70,28%
Lamego	186	88,00	47,31%

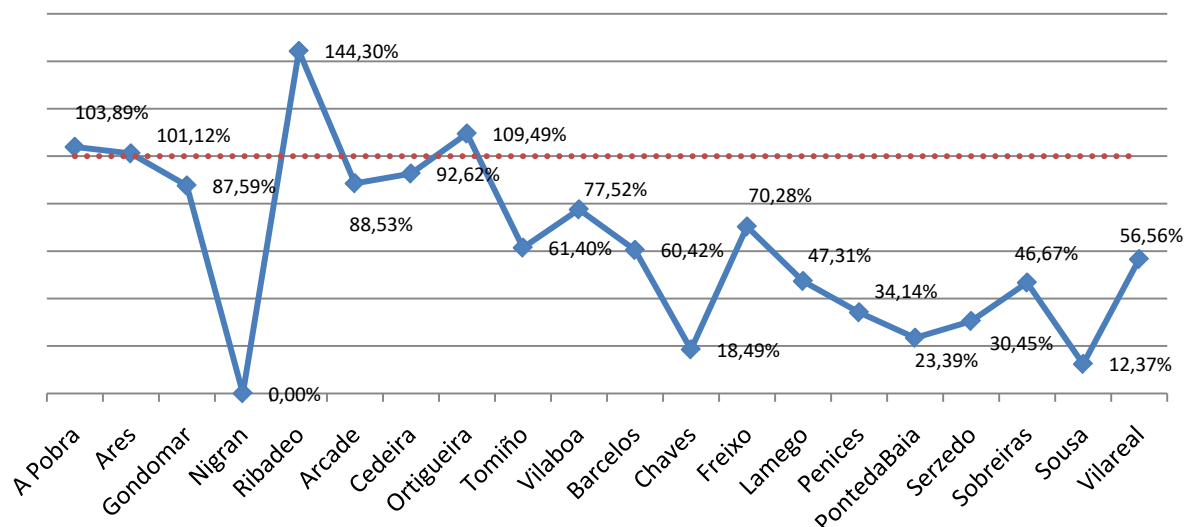
A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

Penices	292,95	100,00	34,14%
Ponte da Baia	372	87,00	23,39%
Serzedo	581,25	177,00	30,45%
Sobreiras	2511	1172	46,67%
Sousa	744	92,00	12,37%
Vilareal	465	263,00	56,56%



Comparativa entre Potencia contratada y Potencia media demandada en período punta

La tabla anterior se ha realizado a partir de las potencias contratadas y demandadas en los períodos punta. No se disponen de datos verificados de la EDAR Nigrán. En general, la mayoría de las EDAR tienen un exceso de potencia contratada. De este modo, se evitan posibles penalizaciones por superar la potencia contratada, pero, debido a los procedimientos de facturación establecidos, se paga por una potencia muy superior a la realmente demandada.



Ratio Potencia demandada /Potencia contratada en período punta

12 de las EDAR auditadas demandan una potencia inferior al 85% de la contratada, lo que puede suponer un importante sobrecoste.

En el caso de las tarifas españolas, por ejemplo, el cálculo de la potencia a facturar se calcula de la forma que se establece a continuación:

1. Si la potencia máxima demandada, registrada en el período de facturación, estuviere dentro del 85 al 105 por 100 respecto a la contratada, dicha potencia registrada será la potencia a facturar (Pfi).
2. Si la potencia máxima demandada, registrada en el período de facturación, fuese superior al 105 por 100 de la potencia contratada, la potencia a facturar en el período considerado (Pfi), será igual al valor registrado más el doble de la diferencia entre el valor registrado y el valor correspondiente al 105 por 100 de la potencia contratada.
3. Si la potencia máxima demandada en el período a facturar fuese inferior al 85 por 100 de la potencia contratada, la potencia a facturar (Pfi) será igual al 85 por 100 de la citada potencia contratada.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

Por lo tanto, aplicando estas reglas a las potencias observadas en la tabla anterior, podemos señalar el hecho de que, por ejemplo, la EDAR Sousa estaría pagando 632kW en lugar de los 92 que consume.

3.4 EQUIPOS INSTALADOS Y CONSUMOS ENERGÉTICOS

A partir de la información aportada por los diferentes organismos responsables de las EDAR, las mediciones realizadas y las visitas efectuadas por los auditores, se ha establecido el consumo eléctrico esperado de los diferentes equipos y procesos existentes.

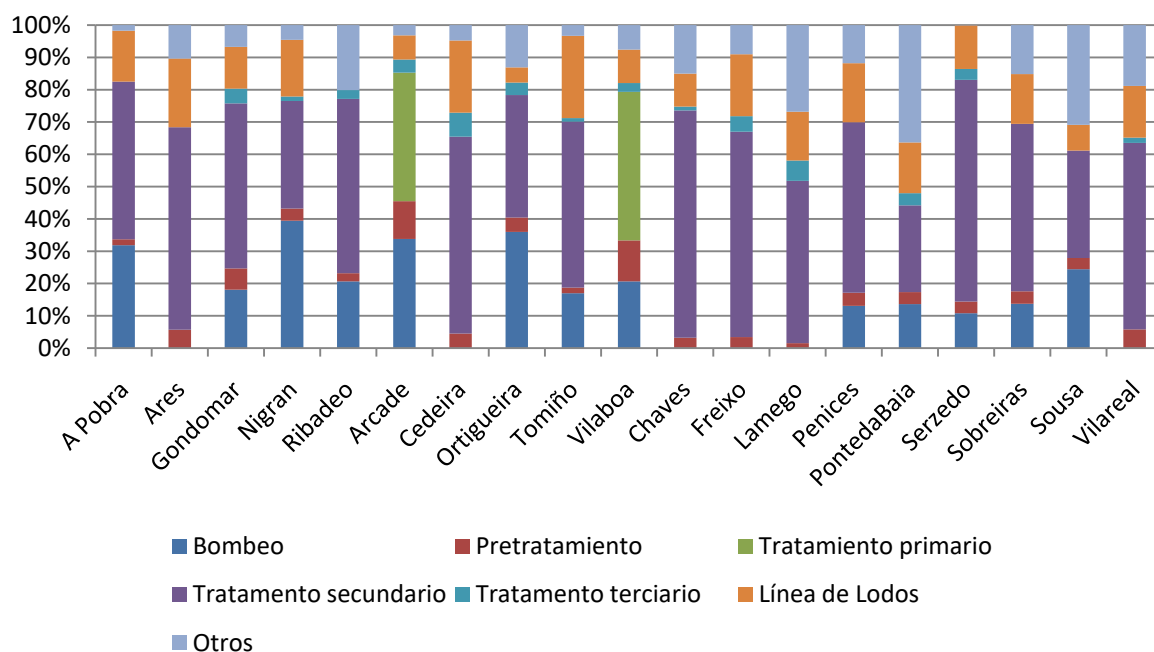
3.4.1 Potencia instalada

Se dispone de datos de potencia instalada de 19 de las 20 EDAR auditadas:

EDAR	Bombeo	Pretrat.	Trat. 1ª	Trat. 2ª	Trat. 3ª	Lodos	Otros	TOTAL
A Pobra	164,00	9,60	0,00	251,20	0,00	80,98	9,04	514,82
Ares	0,00	24,51	0,00	270,74	0,00	91,82	44,80	431,87
Gondomar	66,00	24,12	0,00	186,25	16,70	47,18	24,60	364,85
Nigrán	429,40	41,14	0,00	363,09	15,00	191,02	49,58	1.089,23
Ribadeo	100,00	12,29	0,00	261,22	13,10	0,00	97,39	484,00
Arcade	48,00	16,65	56,49	0,00	5,76	10,65	4,50	142,05
Cedeira	0,00	5,90	0,00	80,00	9,75	29,31	6,26	131,22
Ortigueira	22,00	2,70	0,00	23,17	2,37	2,87	8,00	61,11
Tomíño	31,40	3,20	0,00	94,90	2,00	47,10	6,10	184,70
Vilaboa	13,00	8,00	28,96	0,00	1,71	6,52	4,79	62,98
Chaves	0,00	36,17	0,00	784,06	13,20	113,65	167,47	1.114,55
Freixo	0,00	53,60	0,00	1.002,40	75,50	301,70	142,50	1.575,70
Lamego	0,00	6,42	0,00	206,81	25,88	62,23	110,42	411,76
Penices	64,98	20,20	0,00	262,04	0,00	90,84	58,60	496,66
Ponte daBaia	119,20	32,66	0,00	234,67	32,98	137,64	317,54	874,69
Serzedo	111,00	37,01	0,00	704,32	34,80	138,08	1,02	1.026,23
Sobreiras	480,00	135,4	0,00	1.812,80	0,00	538,10	531,00	3.497,30
Sousa	290,40	40,79	0,00	395,34	0,00	94,66	366,77	1.187,96
Vilareal	0,00	53,11	0,00	530,59	14,91	147,05	173,19	918,85
TOTAL	1.939,38	563,47	85,45	7.463,60	263,66	2.131,40	2.123,57	14.570,53

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

En total, suponen más de 14,57 MW de potencia instalada. El tratamiento secundario supone cerca de la mitad de la potencia total instalada. Los procesos que presentan una potencia instalada mayor son el bombeo de cabecera y la línea de tratamiento de lodos:



Distribución de potencias instaladas por proceso en % en las plantas auditadas

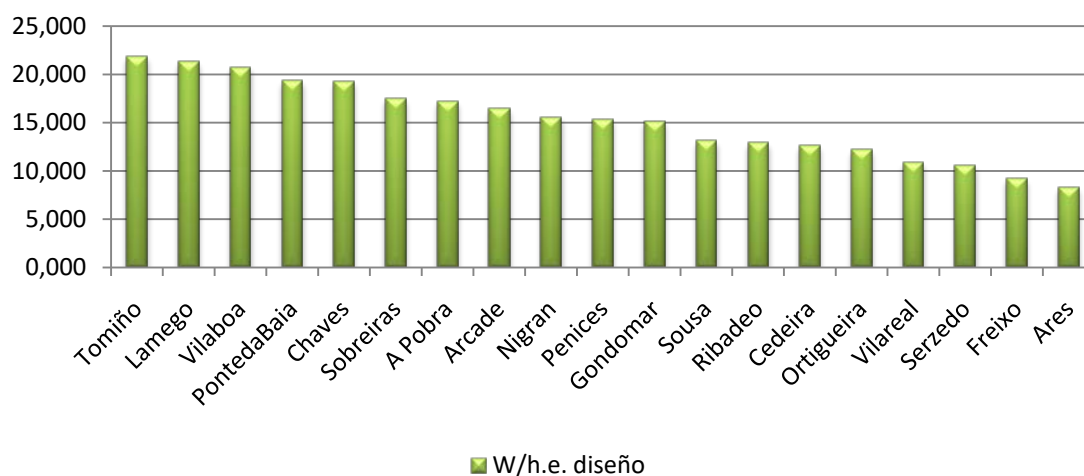
Los procesos de depuración de restos biológicos son los que suponen un mayor porcentaje de potencia instalada. En una EDAR biológica, el tratamiento secundario supone el 51,5% de la potencia total instalada. En el caso de las dos EDAR fisicoquímicas se observa como es el tratamiento primario, en el que mediante la floculación se consigue eliminar estos restos, el que supone el 42,875% del total.

La potencia media de instalada por h.e. diseño es de 15,25 h.e.

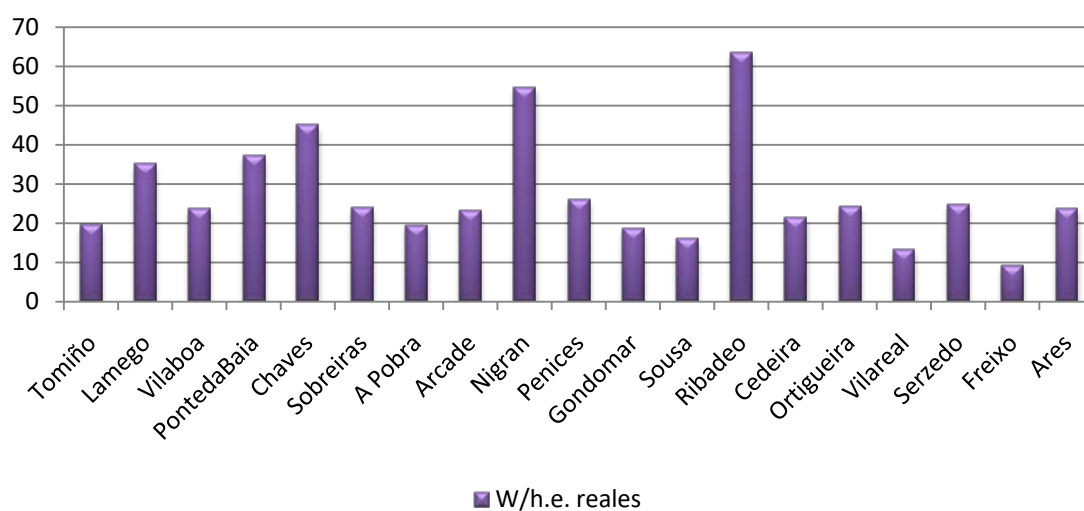
EDAR ⁸	H.e. diseño	H.e. reales	Pot instalada (kW)	W/h.e. reales	W/h.e. diseño
A Pobra	30.000	26.555	515	17,16	19,39
Ares	52.000	18.285	432	8,31	23,62
Gondomar	24.000	19.615	365	15,20	18,60
Nigran	70.000	19.929	1.089	15,56	54,66
Ribadeo	37.500	7.614	484	12,91	63,56
Arcade	8.621	6.115	142	16,48	23,23
Cedeira	10.395	6.097	131	12,62	21,52
Ortigueira	5.000	2.508	61	12,22	24,37
Tomiño	8.454	9.431	185	21,85	19,58
Vilaboa	3.032	2.647	63	20,77	23,79
Chaves	57.748	24.762	1.115	19,30	45,01
Freixo	170.000	171.408	1.576	9,27	9,19
Lamego	19.300	11.719	412	21,33	35,14
Penices	32.404	19.106	497	15,33	25,99
Ponte da Baia	45.127	23.347	875	19,38	37,46
Serzedo	97.196	41.297	1.026	10,56	24,85
Sobreiras	200.000	145.288	3.497	17,49	24,07
Sousa	89.913	74.313	1.188	13,21	15,99
Vilareal	84.321	69.240	919	10,90	13,27

Las EDAR de Ares y Chaves carecen de bombeo de entrada y de tratamiento terciario, por lo que sería lógico suponer que su ratio de potencia instalada sería inferior a la media. Sin embargo, aunque esto sí sucede en Ares, con el ratio más bajo de todos los auditados, Chaves tiene un ratio de 19,3 kW/h.e., superior a la mayoría de las plantas:

⁸ No hay datos de potencia instalada en EDAR Barcelos



Ratio Potencia instalada/h.e. diseño



Ratio Potencia instalada/h.e. reales

En lo que respecta a potencia instalada por h.e. reales, el promedio es muy superior, más de 27,54 kW/h.e., un 80% superior a los h.e. diseño.

3.4.2 Sistemas de iluminación

Todas las plantas auditadas disponen de sistemas de iluminación tanto en el interior desde los edificios como en las zonas exteriores.

En la mayoría de los casos las luminarias corresponden a las siguientes tipologías:

- Iluminación interior de oficinas: las zonas de operación y control de las EDAR presentan sobre todo luminarias fluorescentes
- Iluminación interior zona de procesos: lámparas estancas y luminarias de campana, con tecnología fluorescente o de halogenuros metálicos
- Exterior: focos de halogenuros y luminarias VASP

En ninguna de las plantas se observaron sistemas de control de encendido o luminosidad en los sistemas exteriores. Sí suelen disponer de encendidos/apagados mediante reloj astronómico para el alumbrado exterior.

El consumo energético en iluminación supone como media el 2,04% del consumo total de la planta.



Pantallas estancas. EDAR Arcade



Iluminación exterior. EDAR Tomiño

3.4.3 Sistemas de Climatización

Sólo las plantas de mayor tamaño que disponen de un número de personal asignado considerable poseen sistemas de climatización propiamente dichos. En la mayoría de los casos, sólo existen equipos eléctricos portátiles. El consumo debido a estos equipos es prácticamente anecdótico, suponiendo en la mayoría de las plantas entre el 0 y el 0,8% del total. Como media, el consumo en las 20 EDAR en climatización es del 1,27% del total.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.



Bomba. EDAR A Pobra



Radiador. EDAR Ares

3.4.4 Bombeo de cabecera

El bombeo de cabecera se instala cuando las condiciones de ubicación de la EDAR y de llegada del efluente hacen necesaria la elevación de agua bruta desde la entrada al pretratamiento. La potencia necesaria en bombas puede ser considerable, puesto que además de bombear agua sucia pueden tener que enfrentarse a una altura manométrica importante.

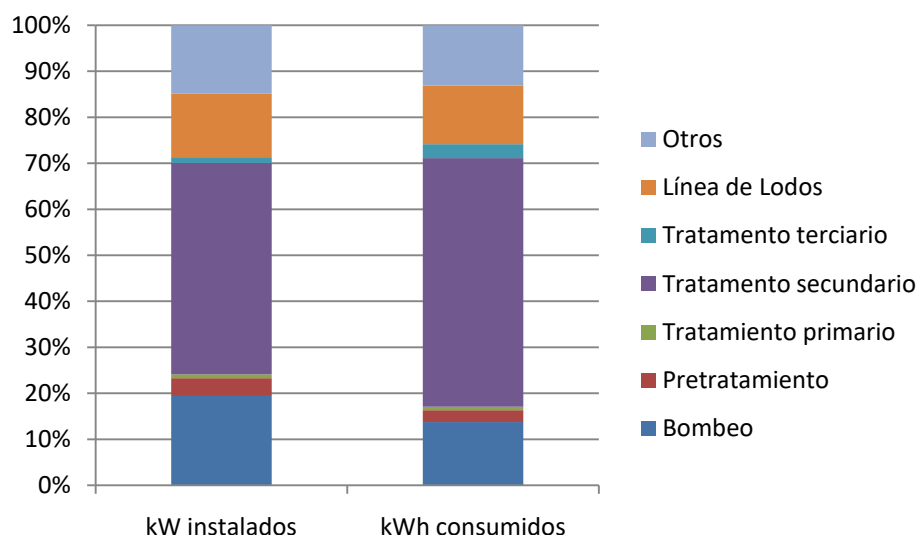
De las 20 EDAR auditadas, 13 de ellas disponían de bombeos de cabecera⁹, 2 físico-químicas y 11 biológicas. La potencia instalada en estos casos es elevada, con un promedio de 149,18kW, lo que supone el 19,42% de la potencia total instalada en las plantas que disponen de bombeo.

El bombeo de cabecera en estas 13 plantas supone un consumo anual de 3.167.972 kWh, el 13,74% del consumo total anual.

El reparto de potencias y consumos en las instalaciones con bombeo de cabecera es el siguiente:

⁹ No se dispone de datos de consumo del bombeo de cabecera de EDAR Freixo

	Bombeo	Pretrat.	Trat. 1ª	Trat. 2ª	Trat.3ª	Lodos	Otros
kW instalados	19,42%	3,84%	0,86%	45,95%	1,25%	13,88%	14,81%
kWh consumidos	13,74%	2,58%	0,77%	54,04%	3,01%	12,79%	13,07%



Distribución P(kW) y consumo (kWh/año) EDAR con bombeo de cabecera

Como ya se ha indicado, en las EDAR con bombeo de cabecera esta parte del proceso supone una parte importante de la potencia instalada y del consumo anual.



Bombeo cabecera. EDAR A Pobra

En total, el consumo debido a este proceso es de 3.167.972 kWh/año, lo que supone el 9,35% del consumo total de las EDAR auditadas, con un coste anual de 306.375€ y unas emisiones de CO₂ asociadas de 1.235 Tn/año.

Potencia instalada kW	Consumo kWh/año	Coste €/año	Emisiones Tn CO ₂ /año
1.939,38	3.167.972	319.381,27 €	1.235,54

3.4.5 Pretratamiento

Todas las EDAR auditadas registran consumos en el pretratamiento. No hay datos de potencia instalada en dos de ellas: Barcelos y Sobreiras.

El pretratamiento elimina de las aguas residuales los sólidos de gran tamaño, las piedras y arena, los aceites, las grasas.. y en general todos aquellos elementos inertes o que provocan un gran desgaste de tuberías, bombas y resto de los equipos, reduciendo además el rendimiento de toda la planta.

Las principales operaciones de pretratamiento son: Separación de grandes sólidos (Pozo de Gruesos); Desbaste; Tamizado; Desarenado; Desaceitado-desengrasado y Preaireación. En la mayoría de los casos estas procesos se resuelven haciendo pasar las aguas residuales por un sistema de rejillas, rototamices y desarenado-desengrasado. Los principales consumos vendrán derivados del movimiento de los rototamices y de los sistemas de insuflado de aire para el desengrasado.



Tamices Masko-Zoll. EDAR Arcade



Pretratamiento. EDAR Cedeira



Pretratamiento. EDAR A Pobra

La potencia instalada en proceso de pretratamiento es baja, con un promedio de 23,78kW, lo que supone el 3,87% de la potencia total instalada en las plantas de las que se disponen de datos. Por lo que respecta al consumo, supone el 3,82% del consumo total anual, unos 1.294.970 kWh.

Potencia instalada kW	Consumo kWh/año	Coste €/año	Emisiones Tn CO ₂ /año
563,47	1.294.970	130.553,29 €	505,05

3.4.6 Tratamiento primario

El tratamiento primario tiene un consumo significativo en las plantas fisicoquímicas, en las que se produce la eliminación del material biológico durante este proceso, mediante sistemas combinados de coagulación-floculación y flotación.

En estas plantas, el principal consumo tiene lugar durante este tratamiento, debido principalmente al funcionamiento de las bombas de presuración, que aportan aire a la mezcla durante la floculación.

Las dos plantas fisicoquímicas analizadas tienen un sistema de depuración muy similar, aunque Arcade trata más del doble de caudal, lo que se traduce en una potencia instalada y un consumo muy superior. Sin embargo, los porcentajes de distribución de potencia y consumo son muy similares.

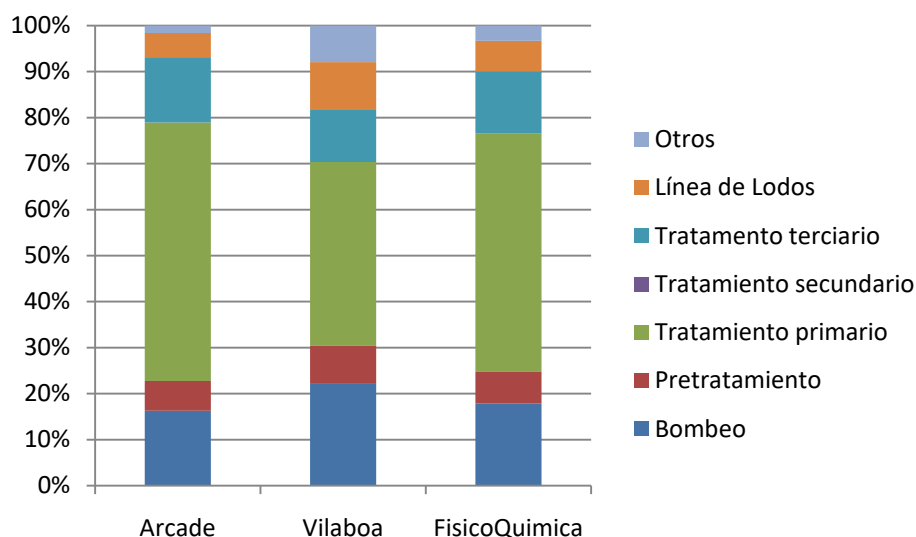
A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.



Bombas DAC. EDAR Arcade



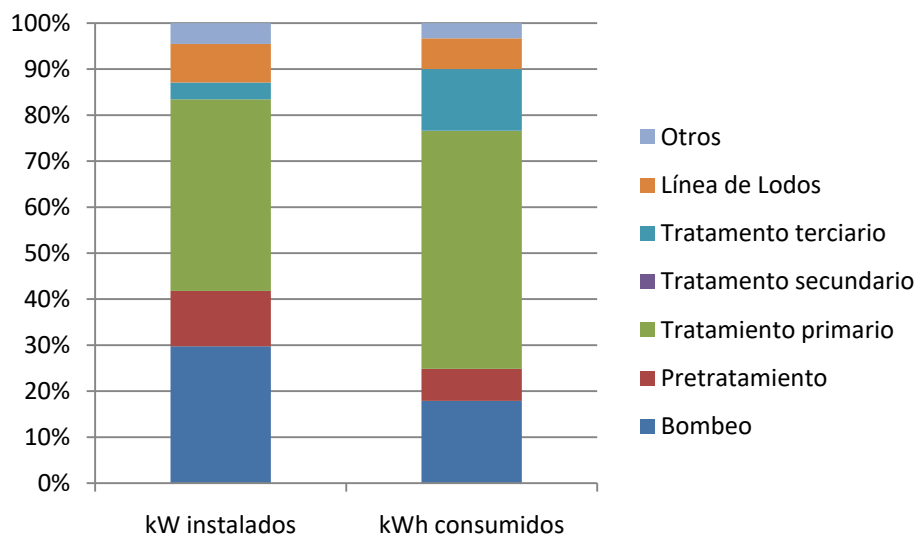
Floculación. EDAR Vilaboa



Distribución de consumos en kWh en las plantas fisicoquímicas auditadas

El reparto de potencias y consumos en las plantas fisicoquímicas, con tratamiento primario, es el siguiente:

	Bombeo	Pretratam.	Tratam. 1ª	Tratam. 2ª	Tratam.3ª	Línea de Lodos	Otros
kW instalados	29,75%	12,02%	41,68%	0,00%	3,64%	8,37%	4,53%
kWh consumidos	17,87%	6,98%	51,76%	0,00%	13,42%	6,66%	3,31%



Distribución P(kW) y consumo (kWh/año) EDAR fisicoquímica

Potencia instalada kW	Consumo kWh/año	Coste €/año	Emisiones Tn CO ₂ /año
85,45	176.699	17.811,01 €	68,90

3.4.7 Tratamiento secundario

Se han auditado 18 EDAR biológicas, es decir, estaciones en las que la eliminación de la materia orgánica se realiza mediante procesos biológicos en el tratamiento secundario.

El más habitual ha sido el de lodos activados (14EDAR), un proceso biológico que consiste en el desarrollo de un cultivo bacteriano disperso en forma de flóculo en un depósito agitado, aireado y alimentado con el agua residual, que es capaz de metabolizar como nutrientes los contaminantes biológicos presentes en esa agua.

La agitación evita sedimentos y homogeniza la mezcla de los flóculos bacterianos con el agua residual. La aireación requerida tiene por objeto suministrar el oxígeno necesario tanto para las bacterias como para el resto de los microorganismos aerobios.

Los principales consumos en este caso proceden de los agitadores, responsables del movimiento de la mezcla, y de las soplantes, que aportan al agua el aire necesario para que se produzca el proceso biológico.



Balsa. EDAR Cedeira



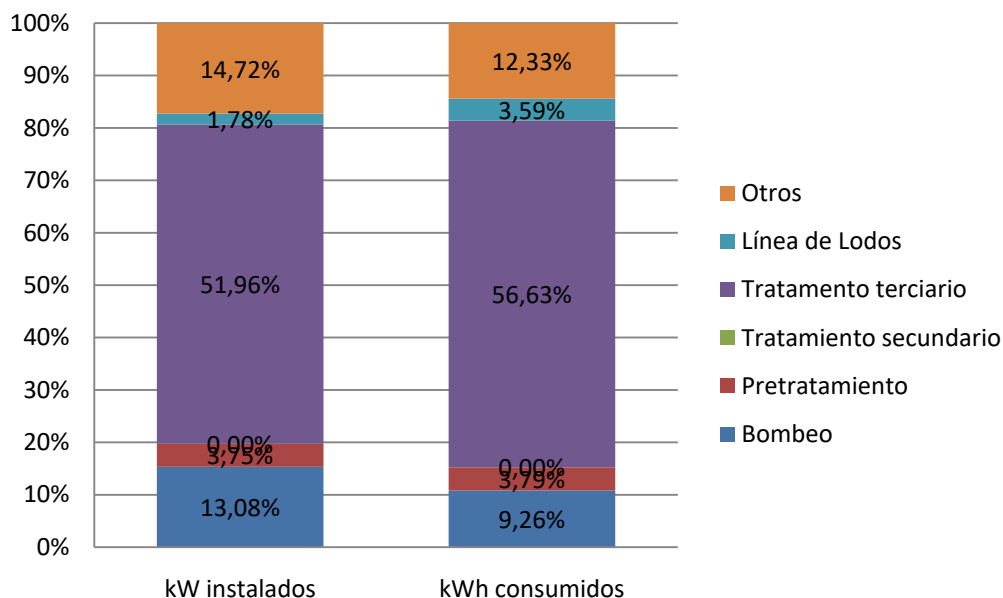
Agitador EDAR Tomiño



Soplantes. EDAR Nigrán

El tratamiento secundario de estas EDAR supone 7.463,60kW instalados, el 51,96% de la potencia instalada en las plantas biológicas.

En total, el consumo del tratamiento secundario de las plantas auditadas supuso más de 18.993.325 kWh/año, el 56,63% del consumo total de las EDAR.



Distribución P(kW) y consumo (kWh/año) EDAR biológica

Potencia instalada kW	Consumo kWh/año	Coste €/año	Emisiones Tn CO ₂ /año
7.463,60	18.993.326	1.914.825,18 €	7.407,59

3.4.8 Tratamiento terciario

El tratamiento terciario constituye un complemento a la depuración de aguas residuales obteniendo así la regeneración de las mismas. Se utiliza principalmente cuando los vertidos se realizan en zonas sensibles, en las que deben ser bajos en nitrógeno y fósforo, entre otros compuestos que puedan llevar a cabo un aumento incontrolado de microorganismos.

13 de las plantas auditadas disponen de algún tipo de sistema de tratamiento terciario, siendo el más habitual el de desinfección por lámparas UV, combinado o no con otros procesos de eliminación de N y P.

El principal método de generación de radiación ultravioleta es la luz de arco de mercurio a baja presión. Ésta presenta la ventaja que el 85 % de la luz emitida es monocromática, con una longitud de onda de 253,7 nm. Para producir UV, la luz se carga por contacto con un arco

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

eléctrico que produce la excitación del vapor contenido en la luz. Es en este proceso donde se produce la principal demanda energética.

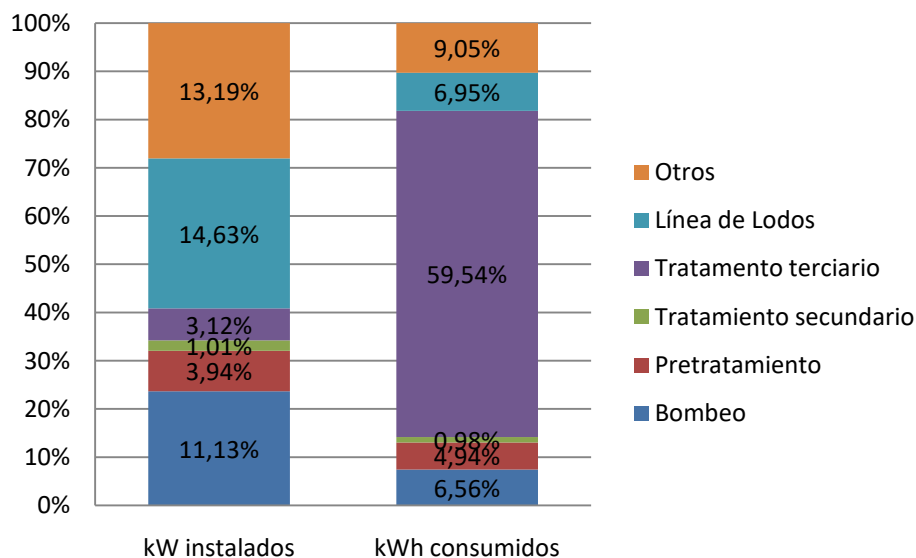
La potencia instalada en este proceso no es elevada, con un 3,12% del total. Pero al ser equipos con un período de funcionamiento elevado, mayor en muchos casos a las 12h/día, el consumo supone un % mayor sobre el total, el 6,95%. El peso del consumo energético de este proceso es mayor en las plantas fisicoquímicas (supone el 13,42% del total) que en las biológicas (3,59%).

El reparto de potencias y consumos en las instalaciones con tratamiento terciario es el siguiente:

	Bombeo	Pretrat.	Trat. 1ª	Trat. 2ª	Trat.3ª	Lodos	Otros
kW instalados	11,13%	3,94%	1,01%	3,12%	14,63%	13,19%	11,13%
kWh consumidos	6,56%	4,94%	0,98%	59,54%	6,95%	9,05%	6,56%



Desinfección UV. EDAR Nigrán



Distribución P(kW) y consumo (kWh/año) EDAR con tratamiento terciario

Potencia instalada kW	Consumo kWh/año	Coste €/año	Emisiones Tn CO ₂ /año
263,66	1.250.187	126.038,46 €	487,59

3.4.9 Línea de lodos

En este proceso se realizan las acciones de tratamiento y secado de lodos, tanto en lodos primarios depositados en los decantadores primarios como los lodos en exceso producidos en el tratamiento biológico. Todas las EDAR disponen de sistemas de tratamiento y evacuación de los lodos.

Los principales consumos energéticos se dan durante las operaciones de secado de los lodos, principalmente mediante medios mecánicos como las centrífugas o los filtros de banda. En algunos casos, el sistema de desodorización, incluido en este proceso, también supone un % importante del consumo.



Centrífuga. EDAR Cedeira



Desodorización. EDAR Ares

En total, el tratamiento de los lodos supone el 12,27% del consumo de las plantas.

Potencia instalada kW	Consumo kWh/año	Coste €/año	Emisiones Tn CO ₂ /año
2.131,40	4.158.696	419.261,79 €	1.621,93

3.4.10 Total de procesos

El principal consumo de la EDAR se da durante el proceso de tratamiento de agua, siendo los consumos debidos a iluminación y climatización poco representativos, suponiendo el 2,38%.

De los diferentes procesos de tratamiento, el principal consumo se produce en el tratamiento secundario (en el primario en el caso de las EDAR fisicoquímicas), debido al funcionamiento de las soplantes y los agitadores.

	Potencia instalada kW	Consumo kWh/año	Coste €/año	Emisiones Tn CO ₂ /año
Bombeo cabecera	1.939,38	3.167.972	319.381,27 €	1.235,54
Pretratamiento	563,47	1.294.970	130.553,29 €	505,05
Tratamiento 1º	85,45	176.699	17.811,01 €	68,9

Tratamiento 2º	7.463,60	18.993.326	1.914.825,18 €	7.407,59
Tratamiento 3º	263,66	1.250.187	126.038,46 €	487,59
Línea lodos	2.131,40	4.158.696	419.261,79 €	1.621,93
Otros ¹⁰	2.123,57	4.836.999	487.648,38 €	1.886,49
TOTAL	14.570,53	33.878.849	3.415.519,38 €	13.213,09

3.4.11 Gestión energética

El consumo energético de las plantas no se supervisa en tiempo real, no existe un sistema de monitorización que ayude a analizar los flujos de energía en la planta.

En este tipo de instalaciones, con un peso tan importante de la facturación eléctrica en los costes de explotación, se hace recomendable un sistema de monitorización en tiempo real con el cual se puede analizar, comparar y establecer ratios a partir de los datos capturados, así como estudiar desviaciones en los consumos a lo largo de la vida de la planta.

3.5 PERFIL ENERGÉTICO

Una vez analizada la demanda de energía y el funcionamiento de los diferentes equipos y procesos consumidores, se ha podido establecer el perfil energético de las plantas auditadas es decir, cuánto y dónde se consume la energía eléctrica en un EDAR.

Se han diferenciado los consumos entre biológicas y fisicoquímicas, y en función de los h.e. tratados:

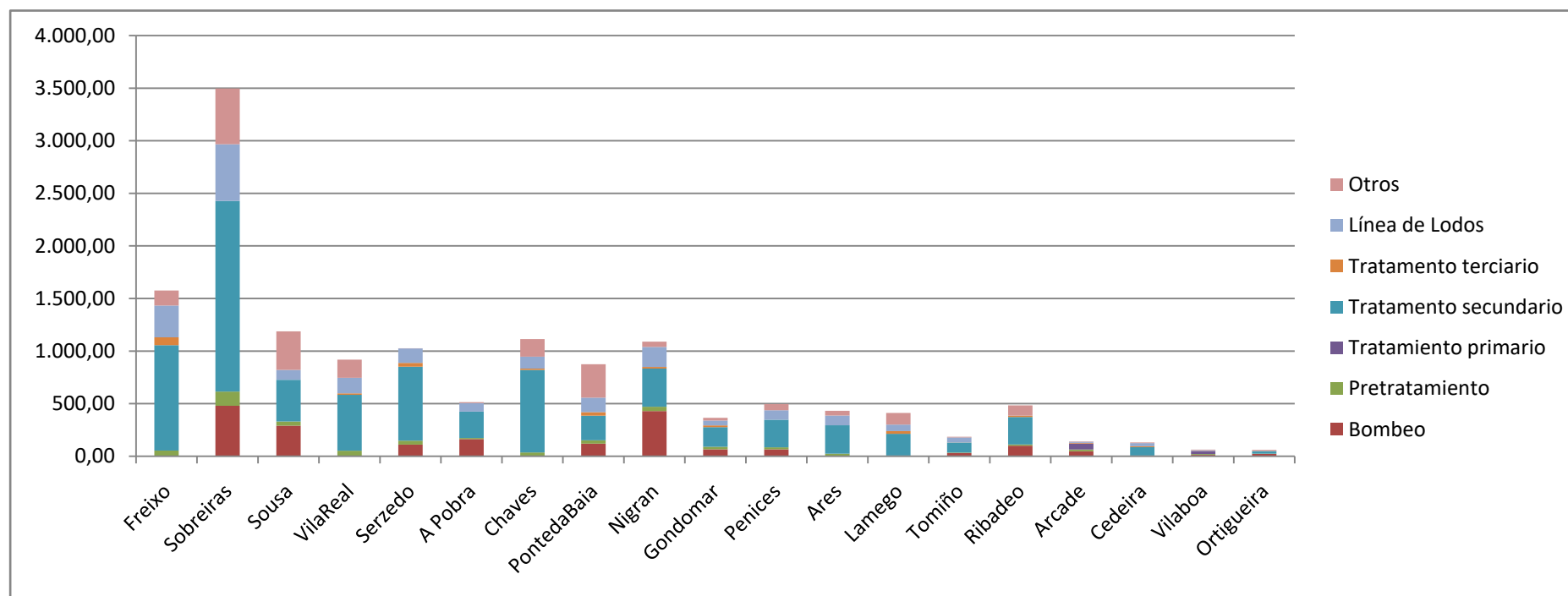
¹⁰ Incluye iluminación, climatización y equipos auxiliares de proceso

3.5.1 Consumos de las plantas auditadas

POTENCIA INSTALADA kW

	EDAR	Total	Bombeo	Pretrat.	Trat. 1º	Trat. 2º	Trat. 3º	Lodos	Otros
100K-500K	Freixo	1.575,70	0,00	53,60	0,00	1.002,40	75,50	301,70	142,50
	Sobreiras	3.497,30	480,00	135,40	0,00	1.812,80	0,00	538,10	531,00
	Total	5.073,00	480,00	189,00	0,00	2.815,20	75,50	839,80	673,50
30K-100K	Barcelos	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sousa	1.187,96	290,40	40,79	0,00	395,34	0,00	94,66	366,77
	VilaReal	918,85	0,00	53,11	0,00	530,59	14,91	147,05	173,19
	Serzedo	1.026,23	111,00	37,01	0,00	704,32	34,80	138,08	1,02
	Total	3.133,04	401,40	130,91	0,00	1.630,25	49,71	379,79	540,98
20K-30K	A Pobra	514,82	164,00	9,60	0,00	251,20	0,00	80,98	9,04
	Chaves	1.114,55	0,00	36,17	0,00	784,06	13,20	113,65	167,47
	Ponte da Baia	874,69	119,20	32,66	0,00	234,67	32,98	137,64	317,54
	Total	2.504,06	283,20	78,43	0,00	1.269,93	46,18	332,27	494,05
10K-20K	Nigran	1.089,23	429,40	41,14	0,00	363,09	15,00	191,02	49,58
	Gondomar	364,85	66,00	24,12	0,00	186,25	16,70	47,18	24,60
	Penices	496,66	64,98	20,20	0,00	262,04	0,00	90,84	58,60
	Ares	431,87	0,00	24,51	0,00	270,74	0,00	91,82	44,80
	Lamego	411,76	0,00	6,42	0,00	206,81	25,88	62,23	110,42
	Total	2.794,37	560,38	116,39	0,00	1.288,93	57,58	483,09	288,00
5K-10K	Tomíño	184,70	31,40	3,20	0,00	94,90	2,00	47,10	6,10

	Ribadeo	484,00	100,00	12,29	0,00	261,22	13,10	0,00	97,39
	Arcade	142,05	48,00	16,65	56,49	0,00	5,76	10,65	4,50
	Cedeira	131,22	0,00	5,90	0,00	80,00	9,75	29,31	6,26
	Total	941,97	179,40	38,04	56,49	436,12	30,61	87,06	114,25
<5K	Vilaboa	62,98	13,00	8,00	28,96	0,00	1,71	6,52	4,79
	Ortigueira	61,11	22,00	2,70	0,00	23,17	2,37	2,87	8,00
	Total	124,09	35,00	10,70	28,96	23,17	4,08	9,39	12,79
TOTAL EDAR AUDITADAS		14.570,53	1.939,38	563,47	85,45	7.463,60	263,66	2.131,40	2.123,57



CONSUMO ANUAL kWh

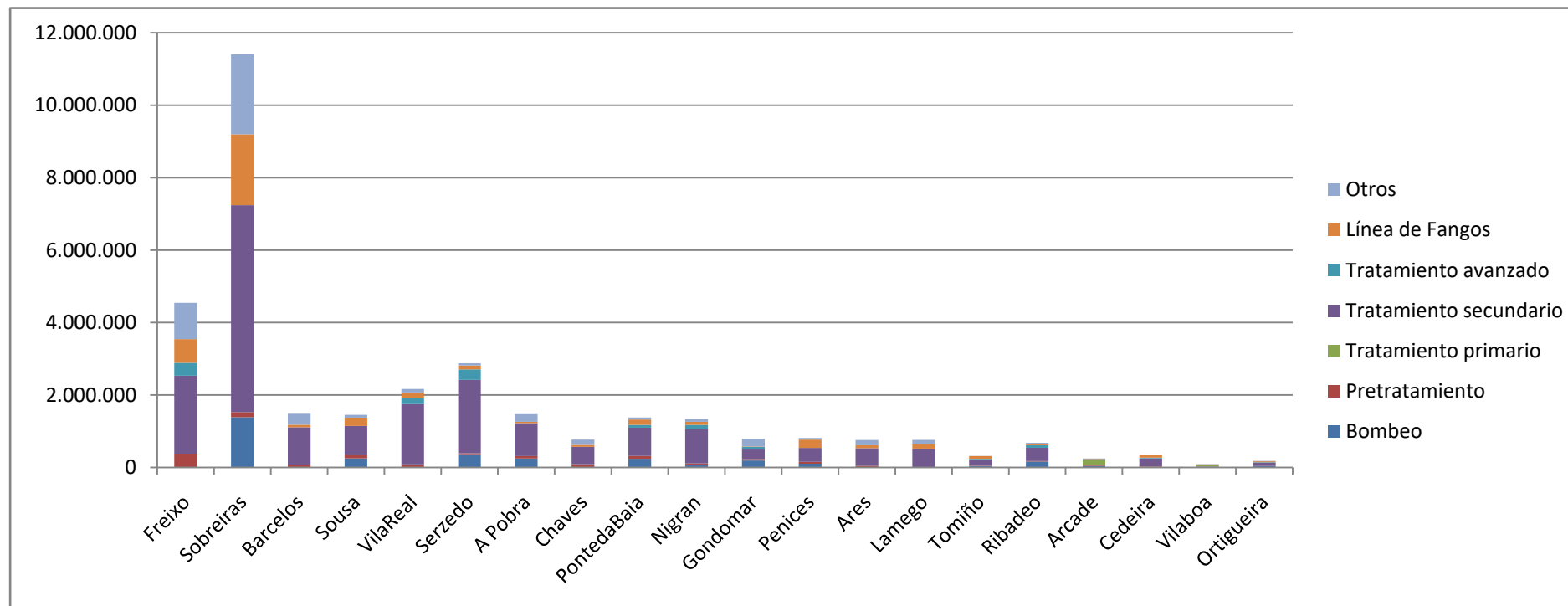
	EDAR	Total	Bombeo	Pretrat.	Trat. 1º	Trat. 2º	Trat. 3º	Lodos	Otros
100K-500K	Freixo	4.543.230	0	381.587	0	2.150.252	357.174	653.693	1.000.524

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

	Sobreiras	11.405.659	1.387.423	139.015	0	5.715.141	0	1.953.815	2.210.265
	Total	15.948.889	1.387.423	520.602	0	7.865.393	357.174	2.607.508	3.210.789
30K-100K	Barcelos	1.482.531	0	76.017	0	1.032.919	0	69.828	303.767
	Sousa	1.452.719	251.383	105.961	0	789.973	0	229.233	76.169
	VilaReal	2.167.798	0	83.462	0	1.666.861	164.666	156.856	95.953
	Serzedo	2.875.507	366.421	25.221	0	2.025.813	290.304	105.423	62.325
	Total	7.978.555	617.804	290.661	0	5.515.566	454.970	561.340	538.214
20K-30K	A Pobra	1.470.066	247.850	65.088	0	912.827	0	33.644	210.657
	Chaves	769.671	0	90.422	0	477.679	0	54.677	146.893
	PontedaBaia	1.381.154	238.675	79.969	0	781.289	77.836	144.322	59.063
	Total	3.620.891	486.525	235.479	0	2.171.795	77.836	232.643	416.613
10K-20K	Nigran	1.337.613	79.919	31.954	0	954.033	109.250	86.459	75.998
	Gondomar	791.258	191.727	40.481	0	262.954	75.909	11.193	208.994
	Penices	814.322	102.321	53.685	0	382.746	0	232.263	43.307
	Ares	756.464	0	43.877	0	486.816	0	82.845	142.926
	Lamego	763.529	0	9.461	0	496.236	15.660	125.743	116.429
	Total	4.463.186	373.967	179.458	0	2.582.785	200.819	538.503	587.654
5K-10K	Tomíño	319.872	41.793	11.114	0	173.978	12.019	75.388	5.580
	Ribadeo	680.880	162.679	13.804	0	368.677	67.200	28.711	39.809
	Arcade	248.729	40.488	16.105	139.760	0	35.320	13.113	3.943
	Cedeira	346.763	9.782	16.370	0	226.300	18.814	67.478	8.019
	Total	1.596.244	254.742	57.393	139.760	768.955	133.353	184.690	57.351
<5K	Vilaboa	92.626	20.510	7.738	36.909	0	10.486	9.622	7.361
	Ortigueira	179.458	36.783	3.639	0	88.832	15.549	24.390	10.265

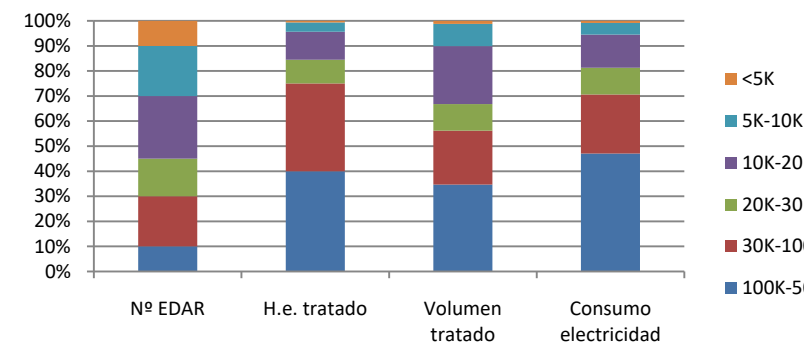
A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

	Total	272.084	57.293	11.377	36.909	88.832	26.035	34.012	17.626
TOTAL EDAR AUDITADAS	14.570,53	33.879.849	3.177.754	1.294.970	176.669	18.993.326	1.250.187	4.158.696	

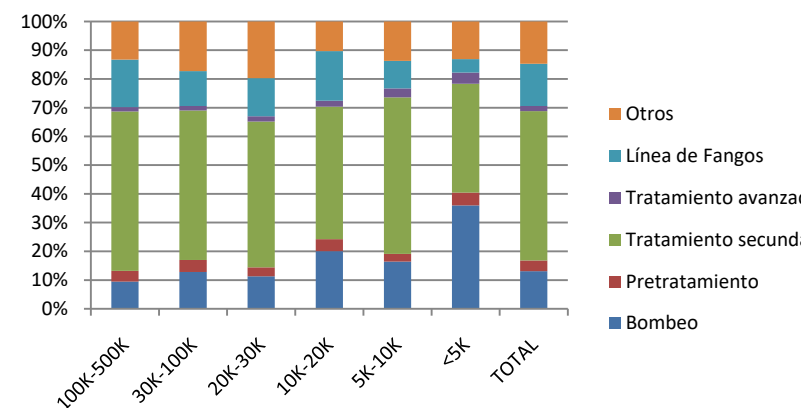


PERFIL ENERGÉTICO EDAR BIOLÓGICA

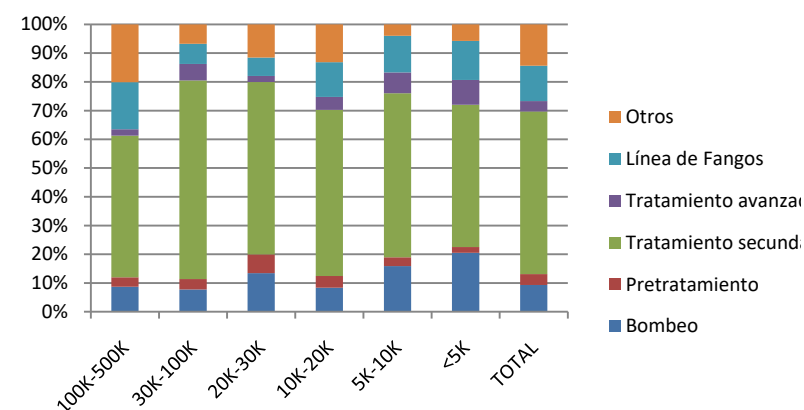
Rango h.e. Tratado	Nº EDAR Auditadas	HE tratados	Agua tratada hm ³ /año	Consumo GWh/año
100K-500K	2	316.696	21,154	15,95
30K-100K	4	277.244	13,143	7,98
20K-30K	3	74.664	6,447	3,62
10K-20K	5	88.653	14,093	4,46
5K-10K	3	23.142	5,427	1,60
<5K	1	2.508	0,748	0,27
TOTAL	18	782.908	61,013	33,88



Rango	Distribución de potencias instaladas por procesos					
	Bombeo	Pretra.	Trat. 2º	Trat. 3º	Lodos	Otros
100K-500K	9,46%	3,73%	55,49%	1,49%	16,55%	13,28%
30K-100K	12,81%	4,18%	52,03%	1,59%	12,12%	17,27%
20K-30K	11,31%	3,13%	50,71%	1,84%	13,27%	19,73%
10K-20K	20,05%	4,17%	46,13%	2,06%	17,29%	10,31%
5K-10K	16,43%	2,67%	54,52%	3,11%	9,55%	13,72%
<5K	36,00%	4,42%	37,92%	3,88%	4,70%	13,09%
TOTAL	13,08%	3,75%	51,96%	1,78%	14,72%	14,72%



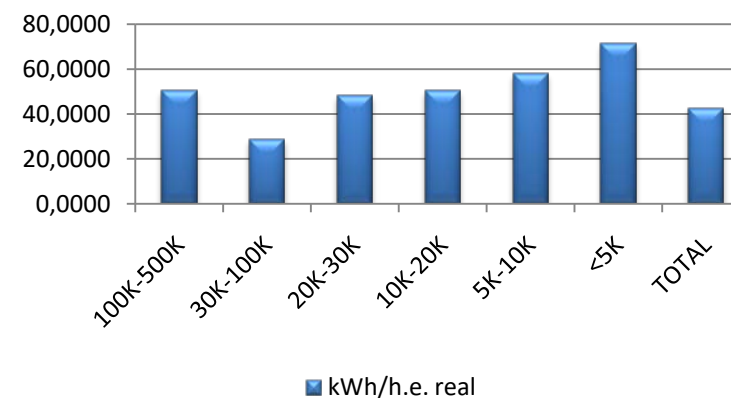
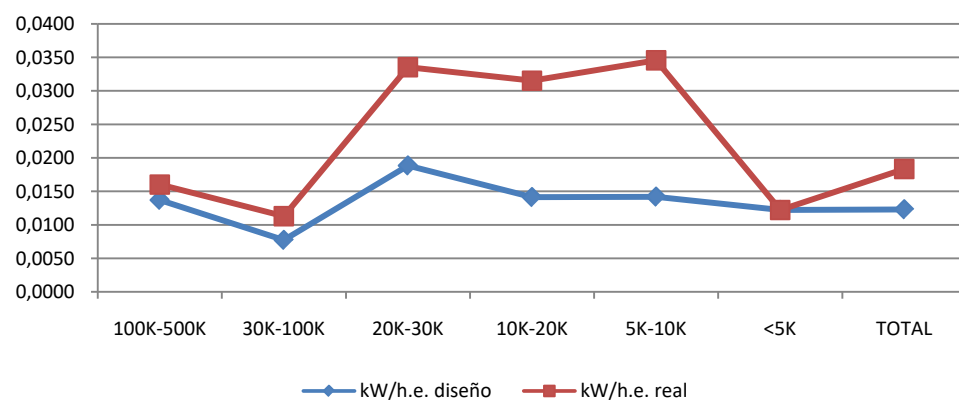
Rango	Distribución de consumo anual por procesos					
	Bombeo	Pretra.	Trat. 2º	Trat. 3º	Lodos	Otros
100K-500K	8,70%	3,26%	49,32%	2,24%	16,35%	20,13%
30K-100K	7,74%	3,64%	69,13%	5,70%	7,04%	6,75%
20K-30K	13,44%	6,50%	59,98%	2,15%	6,43%	11,51%
10K-20K	8,38%	4,02%	57,87%	4,50%	12,07%	13,17%
5K-10K	15,90%	3,06%	57,06%	7,28%	12,73%	3,96%
<5K	20,50%	2,03%	49,50%	8,66%	13,59%	5,72%
TOTAL	9,29%	3,79%	56,63%	3,59%	12,33%	14,36%



A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

RATIOS DE CONSUMO

Rango h.e. Tratado	Potencia instalada		Consumo		Coste		Emisiones	
	kW/h.e. diseño	kW/h.e. real	kWh/h.e. real	kWh/m ³ tratado	€/h.e. real	€/m ³ tratado	kg CO ₂ /h.e. real	kg CO ₂ /m ³ tratado
100K-500K	0,0137	0,0160	50,3603	0,7539	5,0771	0,0760	19,6410	0,2940
30K-100K	0,0077	0,0113	28,7781	0,6070	2,9013	0,0612	11,2237	0,2367
20K-30K	0,0188	0,0335	48,4956	0,5616	4,8891	0,0566	18,9138	0,2190
10K-20K	0,0141	0,0315	50,3442	0,3167	5,0755	0,0319	19,6347	0,1235
5K-10K	0,0142	0,0346	58,2271	0,3165	5,8702	0,0319	22,7092	0,1234
<5K	0,0122	0,0122	71,5542	0,5718	7,2138	0,0576	27,9069	0,2230
TOTAL	0,0123	0,0183	42,8384	0,5645	4,3188	0,0569	16,7074	0,2202

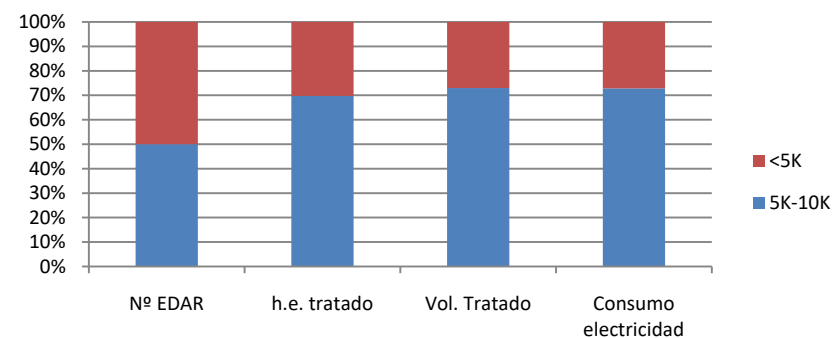


A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

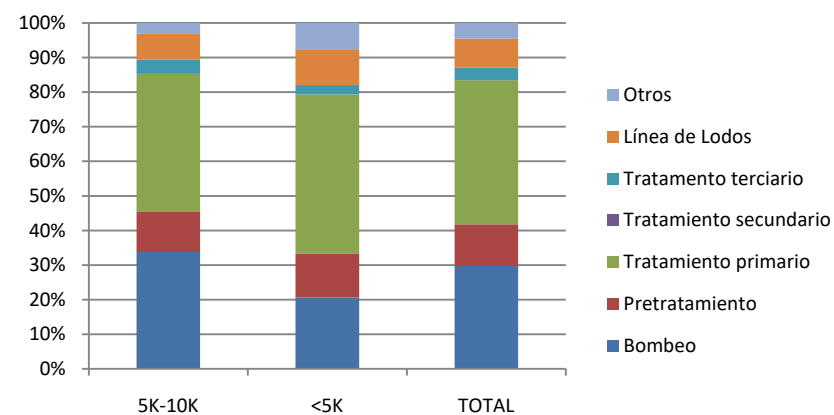
PERFIL ENERGÉTICO EDAR FISICOQUIMICA

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

Rango h.e. Tratado	Nº EDAR Auditadas	HE tratados	Agua tratada hm ³ /año	Consumo GWh/año
5K-10K	1	6.115	1,170	0,249
<5K	1	2.647	0,434	0,093
TOTAL	2	8.762	1,604	0,341

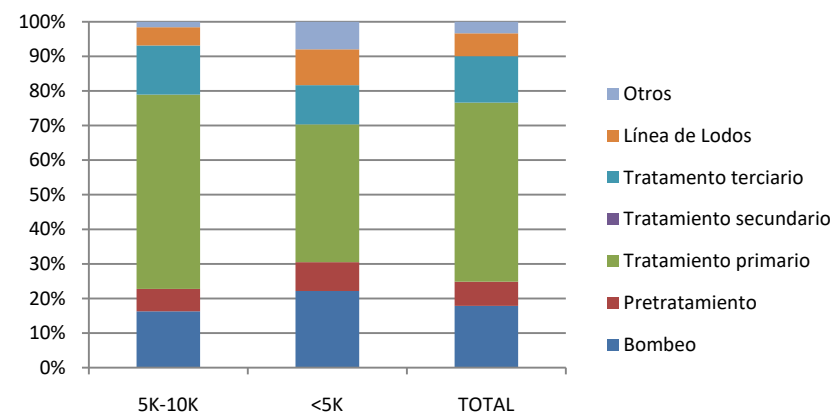


Rango	Distribución de potencias instaladas por procesos					
	Bombeo	Pretra.	Trat. 2º	Trat. 3º	Lodos	Otros
5K-10K	33,79%	11,72%	39,77%	0,00%	4,05%	7,50%
<5K	20,64%	12,70%	45,98%	0,00%	2,72%	10,35%
TOTAL	29,75%	12,02%	41,68%	0,00%	3,64%	8,37%



A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

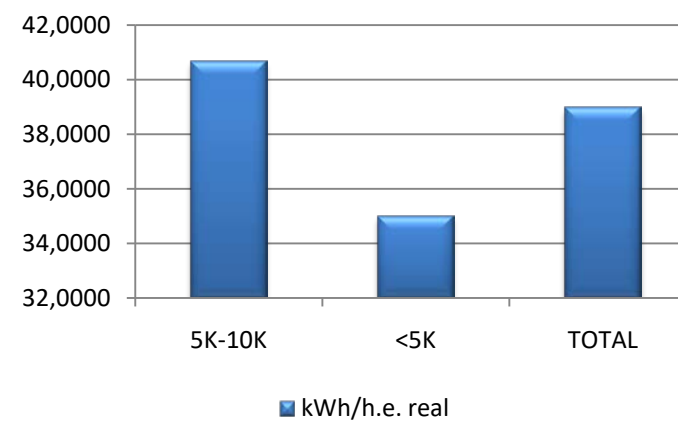
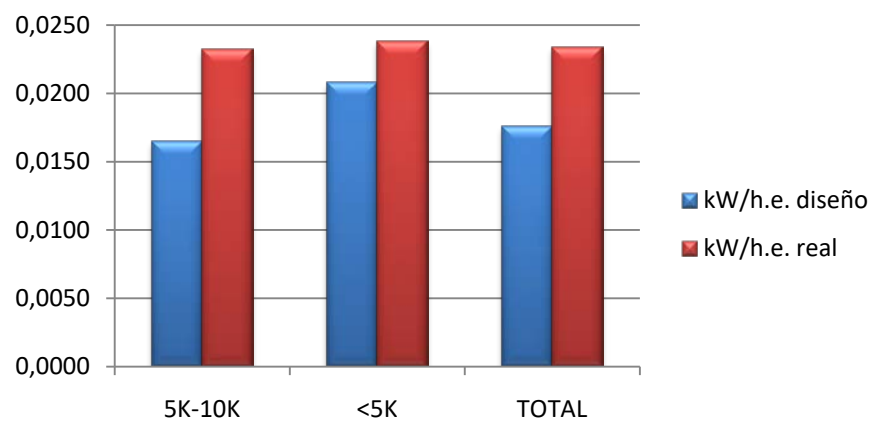
Rango	Distribución de consumo anual por procesos					
	Bombeo	Pretra.	Trat. 2º	Trat. 3º	Lodos	Otros
5K-10K	16,28%	6,47%	56,19%	0,00%	14,20%	5,27%
<5K	22,14%	8,35%	39,85%	0,00%	11,32%	10,39%
TOTAL	17,87%	6,98%	51,76%	0,00%	13,42%	6,66%



RATIOS DE CONSUMO

Rango h.e. Tratado	Potencia instalada		Consumo		Coste		Emisiones	
	kW/h.e. diseño	kW/h.e. real	kWh/h.e. real	kWh/m ³ tratado	€/h.e. real	€/m ³ tratado	kg CO ₂ /h.e. real	kg CO ₂ /m ³ tratado
5K-10K	0,0165	0,0232	40,6732	0,2126	4,1005	0,0214	15,8630	0,0829
<5K	0,0208	0,0238	34,9928	0,2135	3,5278	0,0215	13,6476	0,0833
TOTAL	0,0176	0,0234	38,9572	0,2128	3,9275	0,0215	15,1937	0,0830

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.



4 MEDIDAS DE MEJORA APLICADAS Y POTENCIAL DE AHORRO

Para establecer el potencial de ahorro en energético en las EDAR de la Eurorregión se aplicó la siguiente metodología:

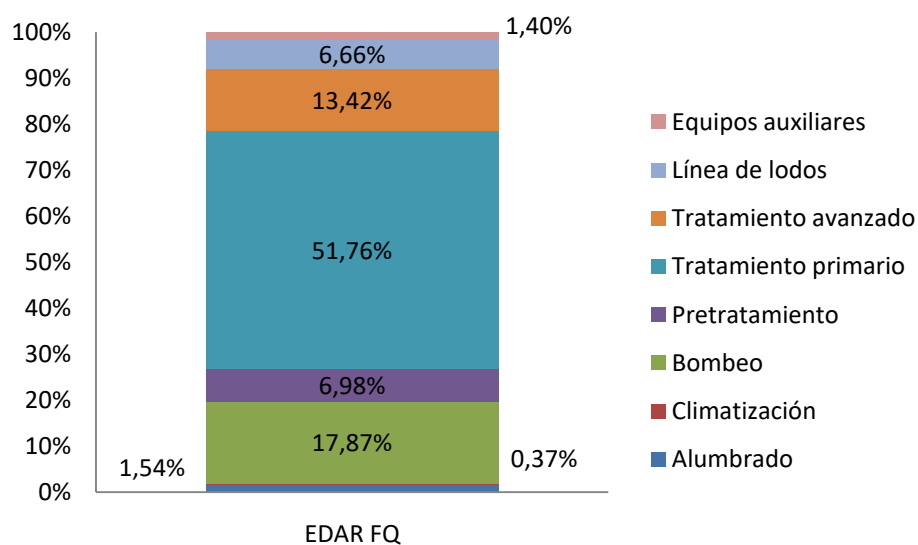
1ª Análisis de los consumos de las 178 EDAR de las que se disponen de datos, determinando los consumos totales:

Volumen mensual de agua tratada (m3/mes)	Totales		EDAR Fisico-Química		EDAR Biológica	
	Nº	Consumo GWh/año	Nº	Consumo GWh/año	Nº	Consumo GWh/año
> 2.500.000	2	32,55	0	0	2	32,55
500.000 a 2.500.000	9	57,90	0	0	9	57,90
100.000 a 500.000	46	41,34	0	0	46	41,34
25.000 a 100.000	79	22,61	5	1,40	74	21,20
< 25.000	42	6,01	2	0,25	40	5,76
Total Eurorregión	178	160,42	7	1,65	171,00	158,76

2ª Establecimiento de un perfil de consumo de las EDAR. A partir de los datos de las plantas auditadas se estableció el porcentaje de consumo energético asociado a los diferentes procesos de la EDAR, diferenciando entre EDAR Fisicoquímicas y biológicas:

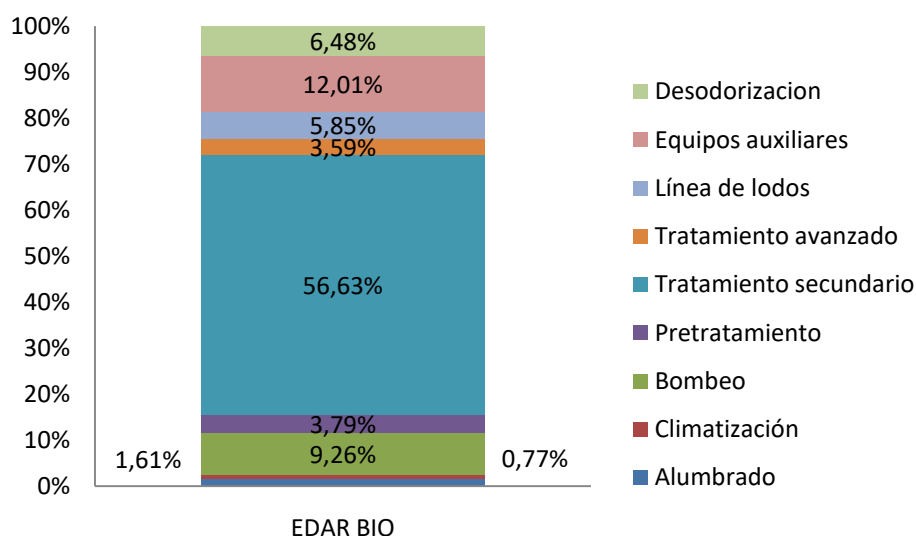
EDAR Fisicoquímica

Proceso	Distribución consumos
Alumbrado	1,54%
Climatización	0,37%
Bombeo	17,87%
Pretratamiento	6,98%
Tratamiento primario	51,76%
Tratamiento avanzado	13,42%
Línea de lodos	6,66%
Equipos auxiliares	1,40%



EDAR biológica

Proceso	Distribución consumos
Alumbrado	1,61%
Climatización	0,77%
Bombeo	9,26%
Pretratamiento	3,79%
Tratamiento primario	0,00%
Tratamiento secundario	56,63%
Tratamiento avanzado	3,59%
Línea de lodos	5,85%
Equipos auxiliares	12,01%
Desodorización	6,48%



3ª **Reparto de los consumos globales** por procesos para las dos tipologías de EDAR, teniendo en cuenta los perfiles establecidos:

Proceso	Consumo kWh/año		
	EDAR FQ	EDAR BIO	TOTAL
Alumbrado	23.621	2.563.986	2.587.607
Climatización	5.603	1.218.960	1.224.563
Bombeo	273.401	14.719.418	14.992.819
Pretratamiento	106.868	6.022.017	6.128.884
Tratamiento primario	791.855	0	791.855
Tratamiento secundario	0	89.981.666	89.981.666
Tratamiento avanzado	205.309	5.705.805	5.911.113
Línea de lodos	101.901	9.302.451	9.404.353
Equipos auxiliares	21.443	19.083.863	19.105.306
Desodorización	0	10.291.835	10.291.835
TOTAL	1.530.000	158.890.000	160.420.000

4ª **Aplicación de las mejoras propuestas en las auditorías.** Para valorar la potencialidad de las mejoras descritas en las auditorías realizadas se ha tenido en cuenta.

1. Tipología de la EDAR. Se van a considerar por separado las fisicoquímicas y las biológicas
2. Nivel de afección: global o por procesos
3. Porcentaje de EDAR que podrían admitir esa mejora, es decir, que disponen del proceso afectado.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

4. Estimación del porcentaje de EDAR en la que sería de aplicación, a partir del análisis de inventario y de los resultados de auditorías.
5. Porcentaje de ahorro conseguido en las auditorías sobre el consumo total/proceso afectado.
6. Para la valoración de los ahorros económicos conseguidos se ha utilizado el precio medio 0,1008 cént€/kWh consumido.
7. Para la valoración de las emisiones de CO₂ evitadas, se ha utilizado la referencia de 0,39001 kg CO₂/kWh.

4.1 MEDIDAS SOBRE FACTURACIÓN ELÉCTRICA

Estas medidas no suponen una disminución del consumo energético de la planta, pero si optimizan el gasto energético y optimizan su viabilidad.

4.1.1 Optimización de la potencia contratada

Descripción: El término de potencia tiene un peso considerable en la factura eléctrica por lo que es necesario adecuar la potencia contratada a la realmente demandada por la instalación. Muchas EDAR tienen contratada una potencia que no se ajusta a sus necesidades reales, y tanto por exceso o por defecto de potencia contratada se puede estar incurriendo en costes o penalizaciones innecesarias. Es importante comparar la potencia contratada con la potencia de máxímetro, que indica la máxima potencia registrada del periodo correspondiente durante el mes indicado, de modo que se detecte si existe un potencial de ahorro por adecuación de las potencias contratadas al perfil de consumo.

Ahorros conseguidos: 151.298 €/año

4.1.2 Desplazamiento de actividades a períodos más económicos

Descripción: Debido a la potencia requerida, prácticamente la totalidad de las EDAR tiene una tarifa eléctrica con discriminación horaria, esto es, con diferentes precios en función del momento del día y/o del período del año en el que se consuma.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

Siempre que la actividad productiva lo permita sería interesante que aquellas tareas cuyo consumo supone un importante peso sobre el total de la planta se realicen en los períodos tarifarios más baratos.

Al tratarse de un proceso en continuo que depende de la entrada de agua bruta, la mayoría de las actividades que se realizan en la depuradora no tienen flexibilidad para programarse. El único proceso que sería susceptible de ser trasladado a un periodo tarifario más conveniente es el relativo al deshidratado de los fangos. Este tratamiento podría automatizarse y programarse para ser realizado en los períodos en los que la energía resulta más económica.

Ahorros conseguidos: 91.176 €/año

4.1.3 Otras medidas analizadas

En general, en los estudios se ha observado que la gestión de la facturación se realiza con bastante corrección. Aún así, en determinados casos puede ser necesario actuar sobre los diferentes aspectos del coste de la energía, más allá del consumo propiamente dicho:

Negociación del precio de la energía activa: el mercado eléctrico está liberalizado y no se deben obviar los beneficios de solicitar ofertas a diferentes proveedores para ajustar los precios de suministro, consiguiendo ahorros que alcanzan el 5% del coste total.

Compensación de la energía reactiva. El consumo de energía reactiva por encima de unos umbrales determinados supone una penalización económica en la factura, además de ser pernicioso para la propia instalación. Aunque la mayoría de las plantas cuentan con equipos de compensación, se recomienda mantener un control constante que permita localizar rápidamente si se están produciendo penalizaciones por esta razón y actuar para evitarlas, bien instalando baterías de condensadores u otros equipos, como variadores de frecuencia o autotransformadores.

4.2 MEDIDAS SOBRE EQUIPOS INSTALADOS

4.2.1 Empleo de tecnologías eficientes en iluminación

Descripción: La mayoría de las EDAR tienen instalados sistemas de iluminación fluorescentes (interior) y de halogenuros metálicos o vapor de sodio (exterior). En general, no cuentan con ningún sistema de control de encendido o luminosidad.

La mejora consiste en la sustitución de los equipos actuales por luminarias de tecnología LED. Las luminarias LED tienen un ratio lm/W mucho mejor que los halogenuros y las incandescentes tradicionales, lo que significa que para obtener la misma intensidad lumínica, la potencia instalada es menor. Además, no necesitan equipos arrancadores que consuman potencia adicional, únicamente el consumo del driver, que puede establecerse en menos de 1 W por luminaria. Todo esto se traduce en el consecuente ahorro energético.

Por otro lado, el factor de potencia en LED es casi 1, por lo que no hay consumo de energía reactiva. Otra de las ventajas de los LED frente los balastos es su durabilidad. Las lámparas fluorescentes tienen una vida útil de 10.000 horas, mientras que las LED superan las 30.000 horas.

Ahorros conseguidos:

Tipo EDAR	Proceso afectado	% EDAR admisibles	% Aplicabilidad	% Ahorro alcanzado
Todas	Iluminación	100%	90%	45%

Ahorros anuales conseguidos			Inversión	Período retorno
kWh	€	Tn CO ₂	€	Años
1.054.721	106.332,46 €	411,34	631.151,78 €	5,94

4.2.2 Monitorización energética en tiempo real

Descripción: Ninguna de las EDAR auditadas disponía de un sistema de monitorización energética en tiempo real, aunque sí se realiza un control de consumos y demandas mediante sistemas SCADA.

Los sistemas de gestión de consumos permiten la gestión, monitorización y control de los consumos energéticos y de la facturación. La estructura principal de estas plataformas está compuesta por: contadores, sistema de comunicación que puede ser por cable o inalámbrico, concentrador de los datos registrados y un servidor donde se trata y almacena toda la información registrada por los contadores. La visualización de la información se puede realizar a través de un PC, laptop, móvil, etc. que se puede conectar al servidor por Ethernet, Wifi, GPRS/3G.

El ahorro energético obtenido por estos sistemas se debe a la mejora de la gestión de facturación, verificación errores de facturación, detección del exceso de reactiva y del exceso de potencia además de detectar y avisar la variación del consumo de energía (electricidad, gas, gasóleo, etc.) con respecto a valores normales. A lo anterior también hay que añadir que la naturaleza y el tamaño de la instalación afecta mucho a los consumos, por lo que los ahorros obtenidos son muy variables yendo desde el 3% hasta el 15%. Para el caso concreto de estudio se estima un potencial de ahorro del 3%.

Ahorros conseguidos:

Tipo EDAR	Proceso afectado	% EDAR admisibles	% Aplicabilidad	% Ahorro alcanzado
Todas	Global	100%	90%	3%

Ahorros anuales conseguidos			Inversión	Período retorno
kWh	€	Tn CO ₂	€	Años
4.331.340	436.667,01 €	1.689,23	222.037,20 €	0,51

4.2.3 Sustitución de bombas de cabecera por bombas más eficientes

Descripción: El bombeo de cabecera supone el 9,35% del consumo total de las EDAR de la Euroregión, es decir, cerca de 15 GWh/año.

En función del diseño de la EDAR y del estado de las bombas es habitual encontrarse con sistemas de bombeos sobredimensionados u obsoletos, en los que las bombas trabajan fuera de su punto de óptima eficiencia, produciéndose un exceso de consumo.

Además, debido a la antigüedad de algunas de las plantas, los motores utilizados para activar las bombas son de clase IE2 o inferior. El cambio de motores a motores de mayor eficiencia, supone una disminución en el consumo energético de los mismos, al mejorar su eficiencia. Aunque supone una inversión importante, el elevado número de horas/año de funcionamiento de estos bombeos permite que la reducción de costes compense la inversión realizada.

En todo caso, esta medida se recomienda especialmente en el caso de que sea necesario proceder al cambio del grupo de bombeo por avería o fin de vida útil, de modo que se seleccionen grupos con las características ajustadas al trabajo real a realizar y con las tecnologías más eficientes disponibles.

Ahorros conseguidos:

Tipo EDAR	Proceso afectado	% EDAR admisibles	% Aplicabilidad	% Ahorro alcanzado
Todas	Bombeo	52,81%	75%	8,44%

Ahorros anuales conseguidos			Inversión €	Período retorno Años
kWh	€	Tn CO ₂		
501.064	50.515,08 €	195,42	586.299,64 €	11,61

4.2.4 Sumergencia óptima de los rotores de aireación

Descripción: El suministro de aire es un proceso crítico en el tratamiento de aguas residuales. Los sistemas de aireación de una EDAR pueden consumir hasta el 70% de la energía de una EDAR. Los sistemas de aireación más empleados son los de superficie y los de difusión. Mientras que en los de superficie el aire es disuelto en el agua mediante equipos parcialmente sumergidos que agitan el agua residual, en los de difusión el aire es inyectado desde la parte baja del tanque de aireación formando burbujas que ayudan a difundir el aire en el agua residual y romper la estratificación de la columna de agua.

Los sistemas de superficie implican una menor inversión y tienen unos costes de mantenimiento menor, los de difusión son más eficientes energéticamente y presentan menores costes de operación. Las ratios de consumo energético suelen situarse entre 1,8-2,0 kg O₂/kWh para los sistemas de superficie y entre 3-5 kg O₂/kWh para los sistemas de difusión.

Los aireadores mecánicos de superficie agitan fuertemente el agua residual transfiriendo oxígeno del aire aumentando la interfaz agua-atmósfera. Una tipología muy extendida de aireadores mecánicos son los conocidos como rotores, utilizados en canales de oxidación donde además de proporcionar aireación mecánica, imparten una velocidad horizontal, que es necesaria para mantener el fluido en movimiento y las partículas en suspensión.

La transferencia de oxígeno en sistemas con rotores se puede regular de varias maneras; mediante la conexión o desconexión de unidades, ajustando la profundidad de inmersión o modificando la velocidad del rotor mediante cambio de polos o variación de frecuencia. Cabe destacar que la frecuencia de diseño de los rotores, a la que operan habitualmente, es la frecuencia óptima desde el punto de vista energético.

En cuanto a la profundidad de inmersión, cabe destacar que existe un rango de inmersión a la cual la eficiencia (kgO₂/kWh) es óptima. Tras la realización de un test a los rotores de una de las EDAR, consistente en un ensayo a 3 alturas de compuerta 0 cm, +5 cm y +10 cm, con consignas arranque y parada entre 0.8 y 2,5 mg/l de O₂, se observó que la energía para la aireación es significativamente menor a medida que se va aumentando la sumergencia y se obtiene un rendimiento máximo al nivel de + 5cm, que mejora en un 11% el rendimiento de la aireación superficial.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

La inmersión de los rotores puede ser controlada mediante un vertedero regulable de funcionamiento automático controlado mediante sensor de nivel ultrasónico, manteniendo la sumergencia en su nivel óptimo independientemente del caudal de entrada.

Ahorros conseguidos:

Tipo EDAR	Proceso afectado	% EDAR admisibles	% Aplicabilidad	% Ahorro alcanzado
Biológica	Trat. secundario	44,78%	75%	2,86%

Ahorros anuales conseguidos			Inversión	Período retorno
kWh	€	Tn CO ₂	€	Años
862.178	86.921,03 €	336,25	195.075,00 €	2,24

4.2.5 Control avanzado del proceso de aireación

Descripción: Mejora del control por oxígeno disuelto del proceso de aireación por un control basado además en la monitorización del amonio y nitrato.

El control del proceso de aireación es crítico para el funcionamiento eficiente de las plantas de tratamiento de aguas residuales ya que tanto la sobre aireación como la infra aireación tienen efectos perjudiciales. La energía desperdiciada en la sobre aireación aumenta rápidamente al aumentar las concentraciones de OD. La concentración de OD necesaria para mantener la actividad biológica estable es específica de cada depuradora, pero generalmente oscila entre rangos de 1,0 y 2,0 miligramos por litro (mg / l) (+0,5). El operador de proceso tiene que seleccionar la consigna de la concentración de oxígeno ideal en cada una de las zonas aireadas basándose en su experiencia. Operar a concentraciones de OD cercanas a la saturación aumenta la resistencia del oxígeno disuelto a la disolución. Esto reduce la eficiencia de transferencia de oxígeno y aumenta la energía gastada, además conlleva otros

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

problemas operativos como el incremento de espuma por organismos filamentosos, impactos negativos en la parte anóxica por presencia de oxígeno, etc.

La automatización del proceso de aireación es fundamental y ahorra una energía considerable ajustándose rápidamente a condiciones variables exigidas dentro del reactor. El oxígeno requerido para mantener los procesos biológicos (es decir, la demanda de oxígeno) es proporcional a la carga orgánica y de amoníaco-amonio en las aguas residuales. Los sistemas automatizados habituales utilizan lecturas de concentración de oxígeno disuelto en tiempo real de las sondas de OD ubicadas dentro de los reactores. El controlador del proceso proporciona una salida de control al sistema de aireación que responde ajustando el rotor, la frecuencia del soplante, o la posición de las válvulas de control para entregar la cantidad de aire necesaria que mantiene el objetivo de OD. Un sistema de control simple utiliza una sonda de OD y una concentración de OD objetivo para todos los reactores. Una estrategia de control más compleja implica sondas de OD individuales y válvulas de control para cada reactor, lo cual resulta más eficiente energéticamente.

Existen diferentes estrategias mejorada de control para los sistemas de aireación, que, utilizando datos de presión de aire, caudal, datos estadísticos mejoran notablemente la eficiencia de los sistemas de control basados en oxígeno disuelto, entre ellos los sistemas de control del sistema de aireación de depuradoras a partir del control de las concentraciones de amonio y nitrato basados en lógica difusa.

Durante los ciclos de aireación se ajustan continuamente los caudales de aire para lograr una tasa óptima de oxidación de amonio, el sistema establece una consigna de amonio que se mide en el efluente de manera continua, con el objetivo de evitar que se proporcione una mayor cantidad de oxígeno del que las bacterias pueden utilizar.

Cuando el amonio supere en concentración a la consigna establecida, el sistema de aireación actuará aportando una mayor cantidad de oxígeno, por el contrario, cuando la concentración de amonio sea inferior a la consigna establecida por el sistema el aporte de aire disminuirá, ambas actuaciones estarán supeditadas dentro de unos límites que garantizan la correcta operación del reactor.

El objetivo de dicho sistema basado en lógica difusa, es el de cumplir en todo momento con los límites de amonio en el efluente minimizando el consumo energético.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

Ahorros conseguidos:

Tipo EDAR	Proceso afectado	% EDAR admisibles	% Aplicabilidad	% Ahorro alcanzado
Biológica	Trat. secundario	89,47%	75%	13,84%

Ahorros anuales conseguidos			Inversión	Período retorno
kWh	€	Tn CO ₂	€	Años
8.141.206	820.761,30 €	3.175,08	2.065.500,00 €	2,52

4.2.6 Regulación del proceso de desinfección UV

Descripción: La radiación ultravioleta a ciertas longitudes de onda (normalmente, entre 220 y 320 nanómetros) puede penetrar las paredes celulares de los microorganismos y modificar su material genético. Esto limita su capacidad de reproducción y, por tanto, previene las infecciones. La radiación UV se genera haciendo pasar una carga eléctrica a través de vapor de mercurio dentro de una lámpara.

La efectividad de los procesos UV dependen de los siguientes factores:

- Intensidad de la luz ultravioleta.
- Tiempo de contacto.
- Calidad del agua residual (turbidez).

El punto débil del ultravioleta es la turbidez, si ésta es alta, la luz será incapaz de penetrar en los sólidos y la efectividad del proceso se verá disminuida.

Las necesidades energéticas para el ultravioleta dependen del número, tipo y configuración de las lámparas usadas. Otros factores que afectan a la entrega de las dosis de UV son la temperatura, edad de la lámpara y la suciedad de la misma.

Normalmente, el control de las lámparas UV se hace en función del caudal. El parámetro fundamental es la dosis de radiación ultravioleta, la cual se basa en la intensidad y en el tiempo de retención. Los sistemas de desinfección UV con capacidad de regulación pueden

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

adaptarse a variaciones de caudal y calidad del agua, ajustando el funcionamiento de las lámparas y consecuentemente sus consumos.

El 56,74% de las EDAR de la Euroregión disponen de un sistema de desinfección UV cuenta con un sistema de desinfección UV con capacidad para regulación, sin embargo, dicha regulación no está funcionando en la actualidad. Para la aplicación de la mejora se necesitará una revisión por el fabricante para el ajuste del sistema y verificar previamente que los balastos presentes son electrónicos.

Ahorros conseguidos:

Tipo EDAR	Proceso afectado	% EDAR admisibles	% Aplicabilidad	% Ahorro alcanzado
Todas	Trat. avanzado	89,47%	75%	13,84%

Ahorros anuales conseguidos			Inversión	Período retorno
kWh	€	Tn CO ₂	€	Años
8.141.206	820.761,30 €	3.175,08	2.065.500,00 €	2,52

4.2.7 Limpieza de difusores y circuito de aireación del reactor biológico

Descripción: Disminuir la pérdida de carga existente en el circuito de aireación implica disminuir la energía necesaria para la correcta oxigenación del reactor. Se trata de un circuito por el que circula una cantidad de aire muy significativa y de manera continuada, y por lo tanto cualquier aumento en la eficiencia de este proceso repercutirá significativamente en la factura energética.

La acumulación de materia orgánica e inorgánica en la superficie de los difusores puede colmatar sus poros, esto produce el aumento de las pérdidas de carga en el difusor y afecta negativamente al rendimiento de transferencia de oxígeno de la instalación. Por otro lado, los propios tubos que transportan el aire a los difusores pueden ir llenándose parcialmente

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

de lodos. Ambas situaciones pueden representar un aumento importante de los costes de operación de la planta.

Si logramos disminuir la pérdida de carga en el circuito, disminuiríamos la presión a la salida de las soplantes y por lo tanto el trabajo que estas tienen que realizar, lo que influirá directamente en la potencia necesaria en el eje y por lo tanto en potencia eléctrica demandada por el motor. Para un caudal de aire constante la variación de la presión en la línea es directamente proporcional al consumo específico de las soplantes.

La limpieza de los difusores con ácido fórmico es una operación habitual, se realiza en diferentes etapas que se repiten hasta que deja de apreciarse disminución de la presión en el colector de aire. La limpieza interior de tubos se hace recomendable cuando se detectan lodos en las purgas realizadas en estos tubos.

Actuaciones de este tipo; limpieza química acompañada de limpieza mecánica de los colectores, han producido ahorros energéticos muy significativos en otras EDAR, desde el 3% al 12%.

Ahorros conseguidos:

Tipo EDAR	Proceso afectado	% EDAR admisibles	% Aplicabilidad	% Ahorro alcanzado
Biológica	Trat. secundario	44,74%	90%	3%

Ahorros anuales conseguidos			Inversión €	Período retorno Años
kWh	€	Tn CO ₂		
1.086.884	109.574,94 €	423,89	75.735,00 €	0,69

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

4.2.8 Cambio de soplantes por tecnologías más eficientes

Descripción: Las soplantes consumen cerca del 40% de la electricidad total demandada por la planta, por lo que su optimización acarrea un importante ahorro energético.

Una adecuada aireación y una óptima selección de soplantes son dos de las consideraciones más importantes que se deben tener en cuenta a la hora de reducir el consumo energético en una EDAR. Existen numerosos tipos y configuraciones de soplantes, pero básicamente se pueden dividir en 2 grandes grupos: De desplazamiento positivo (Impulsadas por lóbulos o por tornillos) o centrífugas (impulsadas por rodetes).

La energía consumida por las mismas es función del caudal que impulsan, la presión a la que lo hacen y el rendimiento del equipo. Debido a la creciente importancia que la eficiencia energética está adquiriendo en el diseño de equipos, en los últimos años se han desarrollado nuevas tecnologías como por ejemplo las turbosoplantes con levitación magnética, con rendimientos superiores, que permiten la aireación de depuradoras con costes energéticos más reducidos. Es importante resaltar que no existe una tecnología de aireación que sea la idónea para todas las situaciones, sino que dependerá de las condiciones del consumo, el perfil de caudales, las presiones de trabajo, etc.

La mayoría de las EDAR disponen de soplantes de émbolos rotativos, una de las tipologías menos eficientes:

Tecnologías	Eficiencia Sistema (%)
Sopladores rotativos lobulares	43-50
Sopladores de tornillo	53-65
Soplantes centrífugas multietapa/velocidad fija	60-68
Soplantes centrífugas levitación (magnéticas/aire)	66-73

Se propone la sustitución de los equipos actuales por otros más eficientes. Para este estudio se ha optado por considerar como mejora la sustitución por sopladores de tornillo, que suponen una mejora de entre el 8 y el 16% respecto a la eficiencia actual.

Otro error relativamente habitual es encontrarse con soplantes sobredimensionadas para el caudal y presión necesarias. Durante la fase de diseño se tiende a sobredimensionar, con

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

objeto de proporcionar versatilidad para futuras sobrecargas, y para reducir riesgos en el cálculo y en la selección o para proporcionar mayor robustez del sistema. A veces, para ajustar el flujo se recurre al uso de dispositivos de estrangulamiento, de bypass o de paradas continuadas, métodos muy poco eficientes desde el punto de vista energético. En ocasiones el empleo de variadores de frecuencia puede ayudar a ajustar el caudal a las condiciones deseadas, pero no siempre se puede alcanzar un punto óptimo de funcionamiento.

En todo caso, esta medida se recomienda especialmente en el caso de que sea necesario proceder al cambio del equipo por avería o fin de vida útil, de modo que los sustitutos se seleccionen con las características ajustadas al trabajo real a realizar y con las tecnologías más eficientes disponibles.

Ahorros conseguidos:

Tipo EDAR	Proceso afectado	% EDAR admisibles	% Aplicabilidad	% Ahorro alcanzado
Biológica	Trat. secundario	89,47%	50%	15,01%

Ahorros anuales conseguidos			Inversión	Período retorno
kWh	€	Tn CO ₂	€	Años
6.043.622	609.291,93 €	2.357,02	2.529.662,73 €	4,15

4.2.9 Instalación de motores más eficientes

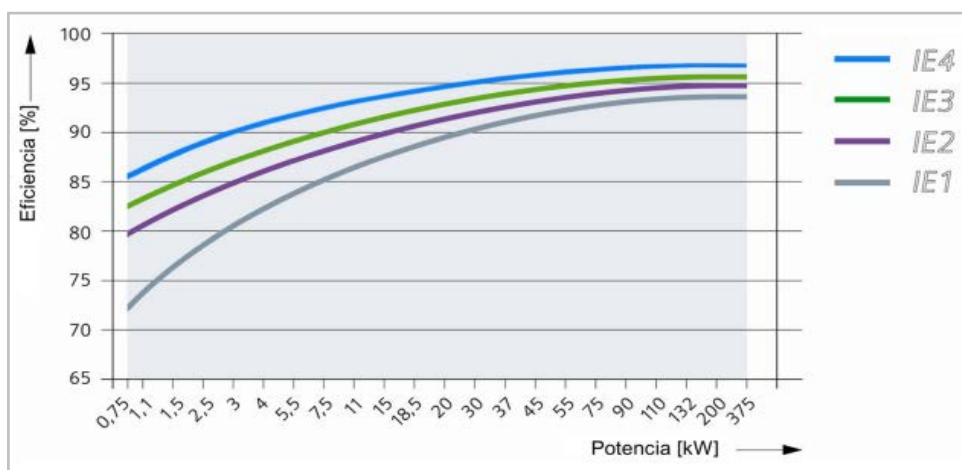
Descripción: Una gran parte de los equipos de las EDAR utilizan motores para su funcionamiento. Las bombas, los soplantes, circuladores, agitadores, etc. son equipos accionados por motores eléctricos, que además funcionan de manera continuada o casi continuada en este tipo de plantas industriales.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

La IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) publicó el estándar IEC 60034-30 para la armonización de las clases de eficiencia energética de los motores, estableciendo las clases IE (International Efficiency) para motores desde 0,75 kW hasta 375 kW.

La clasificación establecida es la siguiente:

- IE1: eficiencia estándar (comparable con el antiguo EFF2).
- IE2: alta eficiencia (comparable con el antiguo EFF1).
- IE3: eficiencia premium.
- IE4: eficiencia superpremium.



En la mayoría de los casos, los equipos disponibles en las EDAR son de clase IE2. El cambio de motores a motores de mayor eficiencia, supone una disminución en el consumo energético de los mismos, y debido al elevado número de horas/año de funcionamiento, en muchas ocasiones esta reducción de costes compensa la inversión realizada. Desde el 01/01/2017 (de acuerdo al Reglamento (CE) 640/2009) sólo se permite instalar motores IE3 en potencias desde 0,75kW a 375kW o, como alternativa, motor IE2 accionado por variador de frecuencia.

Hay que tener en cuenta que las mayores diferencias en la eficiencia se producen a potencias bajas, por lo que, para que la mejora de la eficiencia en los motores sea económicamente interesante se recomienda la sustitución por motores de alta eficiencia en los siguientes casos:

- Motores entre 0,75-15kW con clase eficiencia IE1 y más de 4.000h de funcionamiento.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

- Motores de más de 15kW con clase eficiencia IE1 y más de 5.000h de funcionamiento.
- Motores con clase de eficiencia IE2 y más de 8.000h de funcionamiento

En general, debido a la importante inversión a realizar, esta medida se recomienda especialmente en caso de sustitución de motores existentes de pequeño y medio tamaño.

Los principales motivos a tener en cuenta a la hora de evaluar la necesidad de sustituir un motor son:

- Avería o fin de la vida útil
- Sobredimensionamiento. En muchos casos de uso, y en el de las EDAR con gran frecuencia, se utilizan criterios de robustez para el dimensionamiento de los equipos, que va ligado directamente a un aumento de la ineficiencia energética debido a que el motor trabaja fuera de régimen nominal un gran porcentaje de las horas. Hay que tener en cuenta que un motor baja considerablemente su rendimiento cuando la carga baja del 50%.
- Antigüedad. Un motor antiguo en funcionamiento ha sufrido una pérdida de su rendimiento inicial con el consecuente aumento de consumo energético. Normalmente en los motores antiguos se realizan mantenimientos que conllevan su rebobinado. Se considera que después de 2 o 3 rebobinados la eficiencia de un motor puede disminuir un 2%.
- Eficiencia. Atendiendo a criterios de la mejora del rendimiento energético del motor.

Ahorros conseguidos:

Tipo EDAR	Proceso afectado	% EDAR admisibles	% Aplicabilidad	% Ahorro alcanzado
Todas	Global	100%	50%	0,75%

Ahorros anuales conseguidos	Inversión	Período retorno
-----------------------------	-----------	-----------------

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

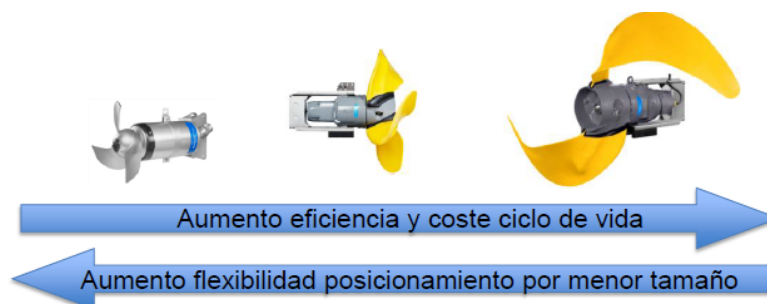
kWh	€	Tn CO ₂	€	Años
597.817	60.269,31 €	233,15	575.299,35 €	9,55

4.2.10 Instalación de agitadores más eficientes

Descripción: El tratamiento biológico necesita un sistema de aireación y agitación que produzca el oxígeno necesario para la actividad depuradora de las bacterias, evite la sedimentación de los flóculos y permita la homogeneización de los fangos activados.

Los agitadores son, junto las soplantes, uno de los principales consumos de la EDAR. Es importante por lo tanto optimizar su demanda, optando por tecnologías más eficientes.

En el caso de los agitadores sumergibles, la potencia disipada en agitación va a depender de la velocidad de rotación de la hélice y, en mayor medida, del diámetro de la misma. El ahorro energético va a depender del agitador seleccionado:



	Compactos	Alta Eficiencia	Banana
Empuje 50Hz (N)	80 - 6400	140 - 6150	410 - 4500
Maxima Eficiencia (N/kW) – ISO 21630	150-250	600-1500	600-1330
Diametro pala (m)	0.21 - 0.77	1.4-2.5	1.4 - 2.5

Comparación de la eficiencia de agitadores. Fuente FLYGT

Los agitadores tipo Banana tienen la mejor eficiencia energética, debido al gran tamaño de sus palas, pero requieren mayor espacio para su colocación.

Esta medida es especialmente interesante en EDAR con sistemas de difusores utilizados para la homogeneización del agua residual.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

También puede valorarse la implantación de agitadores más eficientes cuando se observe un consumo excesivo derivado de los existentes o estos acaben su ciclo de vida.

Ahorros conseguidos:

Tipo EDAR	Proceso afectado	% EDAR admisibles	% Aplicabilidad	% Ahorro alcanzado
Biológica	Trat. Secundario	44,74%	50%	27,38%

Ahorros anuales conseguidos			Inversión	Período retorno
kWh	€	Tn CO ₂	€	Años
5.511.894	555.685,42 €	2.149,64	5.447.385,94 €	9,80

4.2.11 Instalación de variadores de frecuencia en bombas y motores

Descripción: Los variadores de frecuencia pueden utilizarse en un gran abanico de aplicaciones, siendo las más destacadas aquellas donde es necesaria una velocidad variable en la operación.

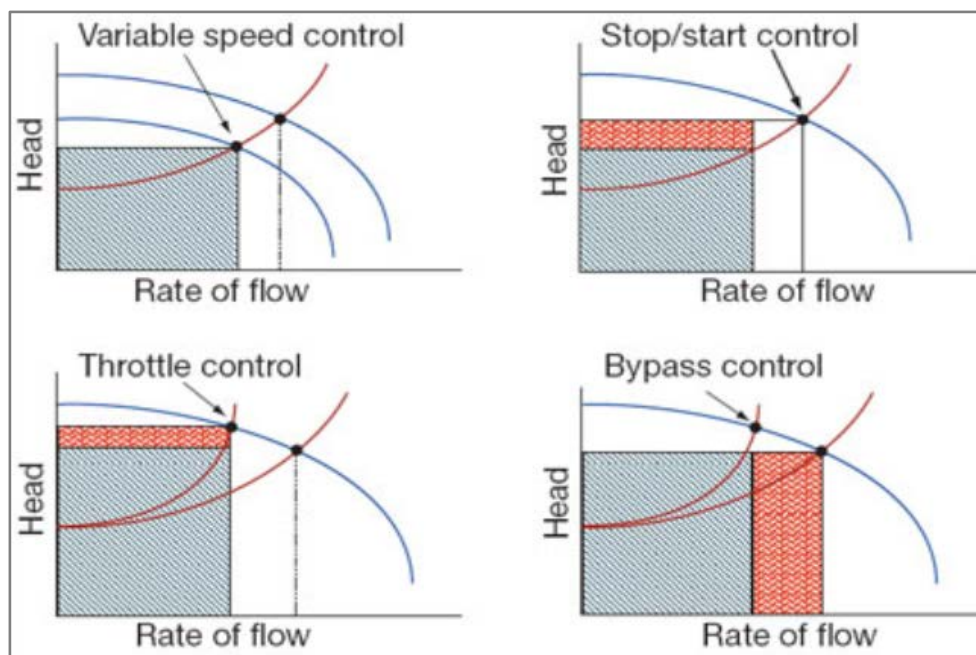
Una gran parte de los motores acoplados a equipos de uso industrial han sido diseñados para funcionar velocidad constante, esto no supone un problema cuando las condiciones de operación son constantes, pero si estas condiciones son variables, la eficiencia energética del sistema puede verse reducida.

En las EDAR existen equipos como bombas, ventiladores, soplantes, etc. que en ocasiones están diseñados para funcionar a velocidad constante, por lo que, en caso de ser necesaria la variación de su caudal se debe realizar el ajuste del flujo por medio de dispositivos de estrangulamiento, por medio de un circuito bypass o mediante paradas continuadas. Estos métodos aumentan las pérdidas de carga o consumen energía innecesaria, y la utilización de un variador de frecuencia acoplado al motor puede evitarlo. Además, en las EDAR es también

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

común que haya motores trabajando a una velocidad superior a la necesaria para su correcta operación. En ambas casuísticas el uso de variadores puede resultar recomendable para la reducción del gasto energético

En la siguiente figura se representa gráficamente la energía requerida (azul) y la energía desperdiciada (rojo) para diferentes estrategias de control para el ajuste de caudal.



Estrategias de ajuste de flujo con Variador de frecuencia, arranque-parada, estrangulamiento o bypass.

Se distinguen dos situaciones en las que la medida a analizar es de aplicación:

- Motores acoplados a bombas, ventiladores o soplantes cuya regulación de caudal se realiza mediante estrangulación, bypass o mediante encendido y apagado.
- Motores cuya velocidad se pueda disminuir sin afectar a su operación.

En general, las EDAR ya disponen de variadores de frecuencia en los motores y bombas de mayor potencia. Sin embargo, muchos de los motores pequeños carecen de ellos. Hay que tener en cuenta que aunque la potencia de estos equipos no sea excesiva, el funcionamiento continuo de alguno de ellos hace que su consumo sí sea representativo y resulte por lo tanto interesante la instalación de estos equipos de ahorro.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

Ahorros conseguidos:

Tipo EDAR	Proceso afectado	% EDAR admisibles	% Aplicabilidad	% Ahorro alcanzado
Todas	Global	100%	20%	2,36%

Ahorros anuales conseguidos			Inversión	Período retorno
kWh	€	Tn CO ₂	€	Años
758.555	76.474,23 €	295,84	438.321,98 €	5,73

4.2.12 Sustitución de aireadores de pretratamiento

Descripción: Uno de los objetivos del pretratamiento es separar la grasa, aceites y espumas que contiene el agua residual. Con las aguas residuales domésticas, la eliminación de grasa se vuelve esencial cuando no hay sedimentación primaria, la separación de grasas se combina habitualmente con la eliminación de arenas y se lleva a cabo mediante la inyección de aire, para desemulsionar las grasas y mejorar la flotabilidad.

Existen tecnologías que mejoran la eficiencia del proceso de separación mediante la inyección de burbujas de diámetro más pequeño que los aireadores convencionales, mejorándose así la eficiencia de la separación de grasas y aceites. Con el diámetro de burbuja alcanzado por estas tecnologías (<200µm en un 60% de las burbujas), la burbuja, conserva su trayectoria hacia la superficie, con una velocidad ascensional baja y trabaja en unas condiciones poco turbulentas. Además el consumo energético disminuye considerablemente, al ser necesaria menos potencia instalada para realizar el proceso.

Ahorros conseguidos:

Tipo EDAR	Proceso afectado	% EDAR admisibles	% Aplicabilidad	% Ahorro alcanzado
Biológicas	Pretratamiento	88,24%	30%	46,92%

Ahorros anuales conseguidos			Inversión	Período retorno
kWh	€	Tn CO ₂	€	Años
747.878	75.397,87 €	291,67	253.480,74 €	3,36

4.2.13 Otras medidas analizadas

Además de las propuestas anteriormente valoradas, las auditorías energéticas realizadas localizaron opciones de mejora y ahorro en otros puntos del proceso de depuración, aunque debido a la complejidad de las mismas no pueden realizarse correctamente una valoración exacta del ahorro esperado y de los costes a ejecutar.

Entre las medidas propuestas estaban:

Sustitución de difusores de burbuja gruesa por difusores de burbuja fina, más eficientes:

Uno de los sistemas más extendidos para la aireación de reactores son los sistemas de aireación mediante difusores. El empleo de difusores con un tamaño de burbuja menor supone un aumento en la capacidad para difundir oxígeno al agua, al tener mayor superficie efectiva, y por tanto una mayor eficiencia. Una mala eficiencia en la difusión de aire genera mayores consumos energéticos.

Es importante tener en cuenta que el tipo de difusor influye en la frecuencia de limpieza y la presión necesaria para impulsar el aire, tamaños pequeños de poro implica mayor tendencia al fouling (obstrucción). Por ello, se recomienda el uso de difusores de burbuja gruesa en aplicaciones más exigentes, como fangos y aguas residuales industriales.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

La sustitución de las membranas de los difusores por unas de burbuja más fina, que generen mayor SOTE (Standard Oxygen Transfer Efficiency) y que por tanto requieran menor caudal de aire, puede suponer ahorros de hasta un 30% en el consumo del tratamiento secundario.

Instalación de estructuras que permitan la ventilación natural de los espacios, buscado minimizar los tiempos de funcionamiento del sistema de desodorización. Este proceso, incluido dentro de la línea de tratamiento de lodos, puede suponer en algunas EDAR cerca del 10% del consumo total de la planta, por lo que resulta muy interesante estudiar cualquier opción de mejora. Otra fórmula planteada para minimizar el funcionamiento de estos equipos es el seccionamiento del área de actuación. Normalmente el sistema de desodorización se encuentra dimensionado en términos de capacidad de ventilación para una determinada área de actuación. Sin embargo, existen situaciones en que toda esta área no necesita efectuar renovaciones, sino sólo una parte. Para ello, el sistema de conductos deberá estar preparado para permitir un seccionamiento de zonas que necesitan renovación de aire y de otras que no lo necesiten.

Con la aplicación de esta medida, el sistema de desodorización se hará más eficiente en términos de procedimiento. Si acompañamos esta medida a la instalación de variadores de frecuencia en los motores de los ventiladores, que modulen el funcionamiento de estos adaptado a las necesidades reales de trabajo, podría permitir mejoras en términos de eficiencia energética.

4.3 IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

4.3.1 Instalaciones fotovoltaicas

Descripción: Los paneles solares fotovoltaicos convierten directamente la radiación solar en energía eléctrica limpia y renovable, sin emisiones, ruido o polución. La energía solar fotovoltaica es una tecnología madura, con cientos de GW de potencia instalada a nivel mundial, y compite ya en costes de producción con las fuentes de generación tradicionales. No tiene componentes móviles y por lo tanto requiere un mínimo mantenimiento.

Las EDAR son plantas particularmente interesantes para instalación de este tipo de tecnologías pues tienen consumo permanente durante todo el día y durante todos los días

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

del año, por lo que, con una instalación correctamente dimensionada, se podría aprovechar toda la energía producida por la instalación fotovoltaica, maximizándose así los beneficios obtenidos.

Las instalaciones propuestas son instalaciones de autoconsumo, es decir, en las que toda la energía generada es consumida directamente en los diferentes procesos de la depuradora. La planta mantiene la conexión a la red general, por lo que no es necesaria la instalación de baterías y se asegura el suministro eléctrico permanente.

Para la evaluación del potencial se ha considerado una instalación fotovoltaica de 15 kW, puesto que en general las EDAR no disponen de mucha superficie libre para la instalación de los paneles solares.

Se ha tomado un ratio general de 1.250 horas de sol pico, de acuerdo a cálculos realizados en diferentes puntos de la Euroregión con la herramienta PVGIS, desarrollada por la Comisión Europea.

Ahorros conseguidos:

Producción anual			Inversión	Período retorno
kWh	€	Tn CO ₂	€	Años
2.336.250	235.530,64 €	911,14	2.242.800,00 €	9,52

4.3.2 Instalación de turbinas hidráulicas

El aprovechamiento de la energía potencial y cinética del agua para su transformación en energía eléctrica es una práctica comúnmente utilizada. En muchas depuradoras existen saltos de agua o recorridos en pendiente en donde esta energía puede ser transformada en energía eléctrica mediante la utilización de una turbina. Se trata de una energía limpia, con costes de operación bajos y con una alta disponibilidad, aunque los costes de mantenimiento pueden ser elevados y es necesario realizar un estudio de viabilidad detallado para cada caso.

Existen 2 ubicaciones donde se puede plantear este tipo de instalación:

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

- En la entrada de la depuradora, siempre que ésta esté ubicada a una menor cota que la red de saneamiento. En este caso, al tratarse de aguas todavía no tratadas, será necesario elegir una turbina diseñada para aguas brutas, y será necesario realizar un pretratamiento previo a la turbina.
- En la salida de la depuradora, en el efluente, cuando existe una diferencia de cota entre la planta y el punto de vertido, al tratarse de agua ya depurada las exigencias a la turbina serán menores.

En todo caso, el aprovechamiento de esta energía hidráulica depende de las características constructivas y de la localización de la EDAR, por lo que a priori no es una opción que se pueda aplicar de forma general.

Entre las EDAR auditadas sólo la de Ares - es decir, el 5% de la muestra- tenía una ubicación interesante desde el punto de vista del aprovechamiento de energía hidráulica, por su elevada cota con respecto al punto de vertido, que permitiría instalar una turbina hidráulica para el aprovechamiento de la energía potencial del agua tratada previa a su emisión al mar.

El ahorro conseguido y el coste de la instalación va a depender del caudal aprovechable y de las obras a realizar y equipos a instalar, por lo que resulta imposible cuantificarlos mediante aproximaciones.

En todo caso, tanto en el caso de la EDAR de Ares como en otras fuera de este estudio en las que estos sistemas se han instalado los ahorros están entre el 15 y el 30% del consumo total de la EDAR, por lo que se recomienda la realización de un estudio en detalle de esta posibilidad de ahorro siempre que las características de la planta lo hagan viable, es decir, que exista una diferencia de cotas aprovechable bien en la entrada o en la salida de caudales.

4.4 POTENCIAL DE AHORRO EN LA EUROREGIÓN

Se ha establecido el potencial de ahorro en las 178 EDAR de la Euroregión, tomando los ahorros parciales de cada una de las medidas cuantificadas en la fase anterior.

No se han considerado ahorros derivados de aquellas medidas pendientes de un análisis más profunda de su viabilidad.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

Para la valoración económica de la situación de partida y de los ahorros alcanzados se ha utilizado un coste de energía referido al año 0 de 0,1008157€/kWh.

Para la valoración ambiental de la situación de partida y de los ahorros alcanzados se ha utilizado un ratio de 0,39001 kg CO₂/kWh.

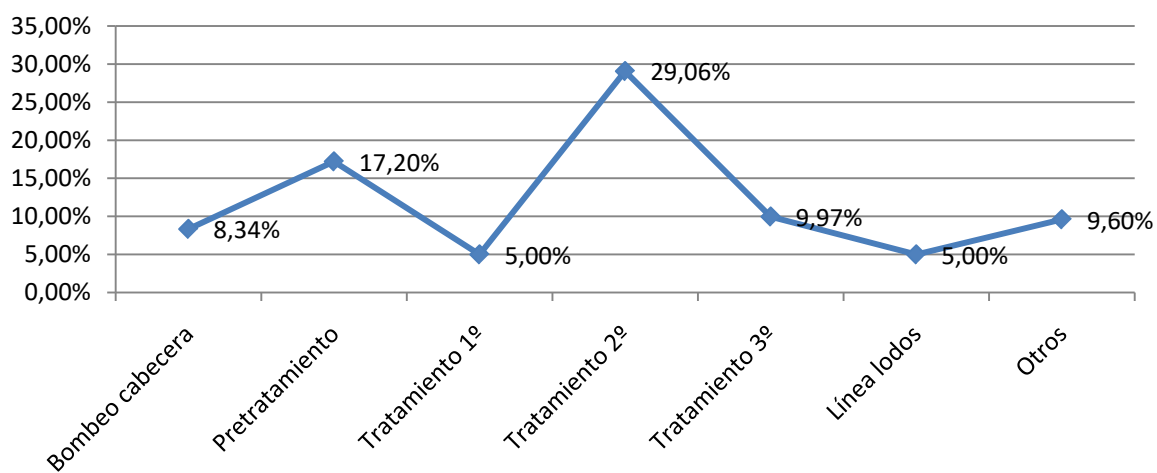
SITUACIÓN ACTUAL			
	kWh/año	€/año	Tn CO ₂ /año
TOTAL	160.420.000	16.172.852,25 €	62.565,40
SITUACIÓN ACTUAL			
TOTAL	32.266.891	3.495.482,15 €	12.584,12
Sobre el total	20,11%	21,61%	20,11%

RESUMEN DE LAS MEDIDAS VALORADAS

		Ahorros anuales conseguidos			Inversión	Retorno
		kWh	€	Tn CO2	€	Años
1	Iluminación LED	1.054.721	106.332,46 €	411,34	631.151,78 €	5,94
2	Monitorización Energética en tiempo real	4.331.340	436.667,01 €	1.689,23	222.037,20 €	0,51
3	Bombeo de cabecera. Sustitución bombas más eficientes	501.064	50.515,08 €	195,42	586.299,64 €	11,61
4	Sumergencia óptima de los rotores de aireación	862.178	86.921,03 €	336,25	195.075,00 €	2,24
5	Control avanzado del proceso de aireación	8.141.206	820.761,30 €	3.175,08	2.065.500,00 €	2,52
6	Regulación del proceso de desinfección UV	293.481	29.587,51 €	114,46	53.751,32 €	1,82
7	Limpieza de difusores y circuito de aireación del reactor biológico	1.086.884	109.574,94 €	423,89	75.735,00 €	0,69
8	Cambio de soplantes por tecnologías más eficientes	6.043.622	609.291,93 €	2.357,02	2.529.662,73 €	4,15
9	Instalación de motores más eficientes	597.817	60.269,31 €	233,15	575.299,35 €	9,55
10	Instalación de agitadores tipo "banana"	5.511.894	555.685,42 €	2.149,64	5.447.385,94 €	9,80
11	Instalación de variadores de frecuencia en bombas y motores	758.555	76.474,23 €	295,84	438.321,98 €	5,73
12	Sustitución de aireadores de pretratamiento	747.878	75.397,87 €	291,67	253.480,74 €	3,36
13	Instalaciones de Energía Fotovoltaica	2.336.250	235.530,64 €	911,14	2.242.800,00 €	9,52
14	Optimización de la potencia contratada	-	151.297,67 €	-	-	-
15	Desplazamiento de actividades a períodos más económicos	-	91.175,75 €	-	-	-
	TOTAL	32.266.891	3.495.482,15 €	12.584,12	15.316.500,69€	4,38

AHORROS ESTIMADOS POR PROCESOS

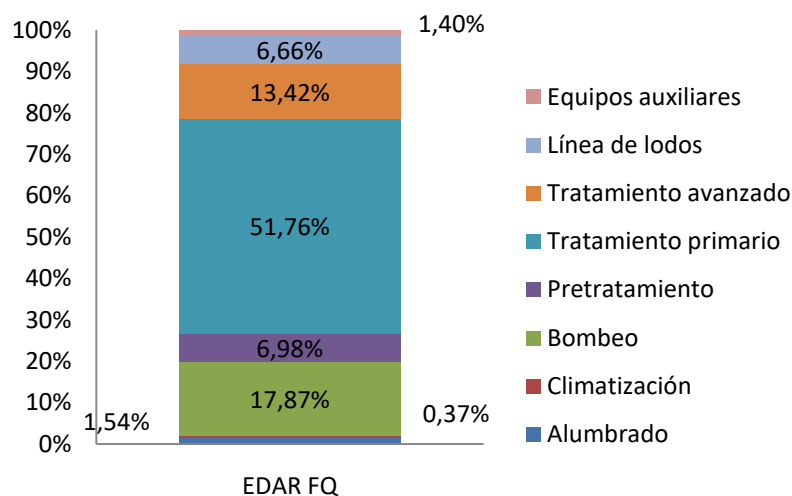
Proceso	Situación actual	Ahorros	%
	kWh/año	kWh/año	
Bombeo cabecera	14.992.819	1.250.981	8,34%
Pretratamiento	6.128.884	1.054.436	17,20%
Tratamiento 1º	791.855	39.607	5,00%
Tratamiento 2º	89.981.666	26.146.529	29,06%
Tratamiento 3º	5.911.113	589.146	9,97%
Línea lodos	19.696.188	985.173	5,00%
Otros	22.917.476	2.201.018	9,60%
TOTAL	160.420.001	32.266.891	



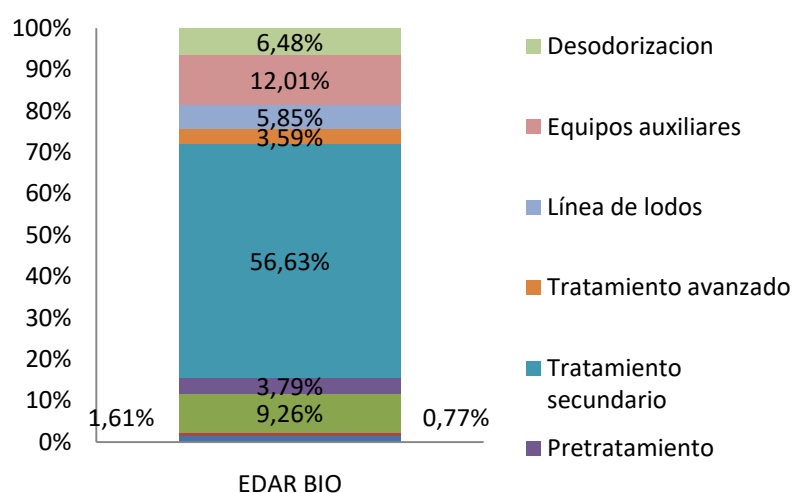
% Ahorro estimado por proceso

5 CONCLUSIONES

- a) Se han analizado consumos energéticos de 178 EDAR de la Euroregión – 155 en Galicia y 23 en la Región Norte de Portugal. Todas las EDAR, independientemente de su tamaño y tipología, presentan únicamente consumo de energía eléctrica.
- b) El consumo anual estimado de estas 178 plantas es de 160.420.000 kWh, lo que supone un coste de 16.172.852€/año y unas emisiones a la atmósfera asociadas a este consumo de 62.565 Tn CO₂.
- c) Se han auditado 20 plantas, 10 en Galicia y 10 en Portugal. 2 de las EDAR eran fisicoquímicas y las 18 restantes biológicas. En total, las 20 EDAR auditadas suponían un consumo de 33.878.849 kh/año, con un coste de 3.415.519€ y unas emisiones de 13.213 Tn CO₂/año.
- d) Se ha considerado un coste medio de 0,10081€/kWh y unas emisiones de 0,39001kg CO₂/kWh.
- e) Tras la auditoría se establecieron los ratios de consumo y coste, la distribución de consumos por equipos y las medidas a implantar para disminuir la demanda de electricidad y racionalizar el coste energético.
- f) Los principales consumos se producen durante la eliminación de material biológico, en los equipos de tratamiento secundario (primario en el caso de las plantas fisicoquímicas).



Perfil energético EDAR fisicoquímica



Perfil energético EDAR biológica

- g) Se han diseñado y valorado medidas de ahorro y eficiencia energética en 4 direcciones:
- o Optimización de la facturación: no se produce ahorro energético pero sí económico: ajuste de la potencia contratada, traslado de consumos a períodos más económicos, etc
 - o Mejoras en el control de los consumos, tanto del proceso global, con la monitorización a tiempo real, como en procesos concretos, como la aireación.

A.2. Estudio del Potencial de Eficiencia en las EDARs de la Euroregión.

- o Sustitución de equipos poco eficientes e instalación de equipos y sistemas que permitan mejorar la eficiencia energética de los existentes: sustitución de motores, instalación de variadores de frecuencia, etc
 - o Desarrollo de instalaciones de energías renovables: fotovoltaica e hidráulica.
- h) Otras medidas requieren un análisis más en profundidad para ser valoradas correctamente, por lo que no se han considerado a la hora de establecer el potencial de ahorro de la Euroregión, aunque su aplicación de forma específica puede suponer ahorros muy interesantes.
- i) El proceso con más potencial de ahorro es el secundario. En la mayoría de las EDAR se trata de un tratamiento basado en la aireación y la agitación del agua en balsas. Agitadores y soplantes son equipos con una potencia y un consumo muy elevados, por lo que las actuaciones sobre ellos implican también importantes ahorros.
- j) Se han extrapolado los datos de los ahorros obtenidos en las EDAR auditadas al resto de la muestra de plantas de la Euroregión, teniendo en cuenta su tipología y los procesos y equipos de los que disponen.

De acuerdo a la metodología seguida, los ahorros alcanzados son de un 20,11% sobre el consumo y un 21,61% sobre el gasto.

kWh/año	€/año	Tn CO ₂ /año
32.266.891	3.495.482,15 €	12.584,12

- k) El principal ahorro tiene lugar en el tratamiento secundario, que es el que supone un mayor consumo. Es significativo también el ahorro en el pretratamiento, debido principalmente a la mejora en el proceso de aireación en el proceso:

Proceso	Ahorro kWh/año	% Ahorro
Bombeo cabecera	1.250.981	8,34%
Pretratamiento	1.054.436	17,20%
Tratamiento 1º	39.607	5,00%
Tratamiento 2º	26.146.529	29,06%
Tratamiento 3º	589.146	9,97%
Línea lodos	985.173	5,00%
Otros	2.201.018	9,60%
Total	32.266.891	

ANEXO. RESULTADOS DE PLANES DE MEJORA DE LAS EDAR

ANEXO. RESULTADOS DE PLANES DE MEJORA DE LAS EDAR

Contenido

1.1	EDAR A POBRA	6
1.1.1	Descripción de la EDAR	6
1.1.2	Suministro energético	7
1.1.3	Demanda de energía	7
1.1.4	Oportunidades de mejora detectadas	8
1.1.5	Medidas de mejora propuestas	9
1.2	EDAR ARES	10
1.2.1	Descripción de la EDAR	10
1.2.2	Suministro energético	11
1.2.3	Demanda de energía	11
1.2.4	Oportunidades de mejora detectadas	12
1.2.5	Medidas de mejora propuestas	12
1.3	EDAR GONDOMAR	13
1.3.1	Descripción de la EDAR	13
1.3.2	Suministro energético	15
1.3.3	Demanda de energía	15
1.3.4	Oportunidades de mejora detectadas	16
1.3.5	Medidas de mejora propuestas	17
1.4	EDAR NIGRÁN	18
1.4.1	Descripción de la EDAR	18
1.4.2	Suministro energético	19
1.4.3	Demanda de energía	19
1.4.4	Oportunidades de mejora detectadas	20
1.4.5	Medidas de mejora propuestas	21
1.5	EDAR ribadeo	23
1.5.1	Descripción de la EDAR	23
1.5.2	Suministro energético	24
1.5.3	Demanda de energía	24
1.5.4	Oportunidades de mejora detectadas	25
1.5.5	Medidas de mejora propuestas	26
1.6	EDAR ARCADE	27

1.6.1	Descripción de la EDAR	27
1.6.2	Suministro energético	28
1.6.3	Demanda de energía	28
1.6.4	Oportunidades de mejora detectadas	29
1.6.5	Medidas de mejora propuestas	30
1.7	EDAR CEDEIRA.....	31
1.7.1	Descripción de la EDAR	31
1.7.2	Suministro energético	32
1.7.3	Demanda de energía	32
1.7.4	Oportunidades de mejora detectadas	33
1.7.5	Medidas de mejora propuestas	34
1.8	EDAR ORTIGUEIRA	35
1.8.1	Descripción de la EDAR	35
1.8.2	Suministro energético	36
1.8.3	Demanda de energía	36
1.8.4	Oportunidades de mejora detectadas	37
1.8.5	Medidas de mejora propuestas	38
1.9	EDAR TOMIÑO	39
1.9.1	Descripción de la EDAR	39
1.9.2	Suministro energético	40
1.9.3	Demanda de energía	40
1.9.4	Oportunidades de mejora detectadas	41
1.9.5	Medidas de mejora propuestas	42
1.10	EDAR VILABOA	43
1.10.1	Descripción de la EDAR	43
1.10.2	Suministro energético	44
1.10.3	Demanda de energía	44
1.10.4	Oportunidades de mejora detectadas	45
1.10.5	Medidas de mejora propuestas	46
1.11	EDAR BARCELOS	47
1.11.1	Descripción de la EDAR	47
1.11.2	Suministro energético	48
1.11.3	Demanda de energía	48
1.11.4	Oportunidades de mejora detectadas	49

1.11.5	Medidas de mejora propuestas	50
1.12	EDAR CHAVES.....	51
1.12.1	Descripción de la EDAR	51
1.12.2	Suministro Energético	52
1.12.3	Demanda de energía	52
1.12.4	Oportunidades de mejora detectadas	53
1.12.5	Medidas de mejora propuestas	54
1.13	EDAR FREIXO	55
1.13.1	Descripción de la planta	55
1.13.2	Suministro energético	56
1.13.3	Demanda de energía	56
1.13.4	Oportunidades de mejora detectadas	57
1.13.5	Medidas de mejora propuestas	58
1.14	EDAR LAMEGO	59
1.14.1	Descripción de la EDAR	59
1.14.2	Suministro energético	60
1.14.3	Demanda de energía	60
1.14.4	Oportunidades de mejora detectadas	61
1.14.5	Medidas de mejora propuestas	62
1.15	EDAR PENICES	63
1.15.1	Descripción de la EDAR	63
1.15.2	Suministro energético	63
1.15.3	Demanda de energía	64
1.15.4	Oportunidades de mejora detectadas	65
1.15.5	Medidas de mejora propuestas	65
1.16	EDAR PONTE DA BAIA	67
1.16.1	Descripción de la EDAR	67
1.16.2	Suministro energético	67
1.16.3	Demanda de energía	68
1.16.4	Oportunidades de mejora detectadas	69
1.16.5	Medidas de mejora propuestas	69
1.17	EDAR SERZEDO.....	71
1.17.1	Descripción de la EDAR	71
1.17.2	Suministro energético	72

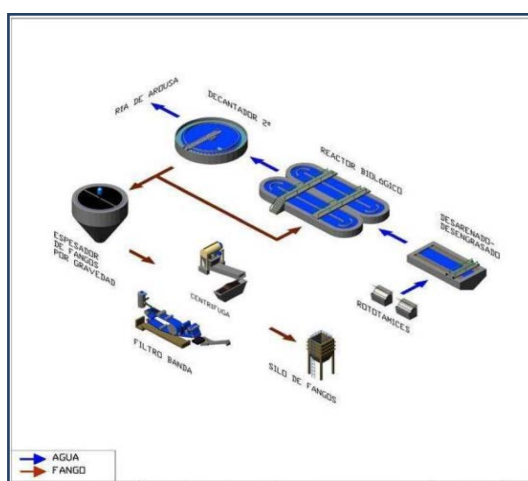
1.17.3	Demanda de energía	72
1.17.4	Oportunidades de mejora detectadas	73
1.17.5	Medidas de mejora propuestas	74
1.18	EDAR SOBREIRAS.....	75
1.18.1	Descripción de la EDAR	75
1.18.2	Suministro energético	76
1.18.3	Demanda de energía	76
1.18.4	Oportunidades de mejora detectadas	77
1.18.5	Medidas de mejora propuestas	78
1.19	EDAR SOUSA	79
1.19.1	Descripción de la EDAR	79
1.19.2	Suministro energético	80
1.19.3	Demanda de energía	80
1.19.4	Oportunidades de mejora detectadas	81
1.19.5	Medidas de mejora propuestas	82
1.20	EDAR VILAREAL	83
1.20.1	Descripción de la EDAR	83
1.20.2	Suministro energético	84
1.20.3	Demanda de energía	84
1.20.4	Oportunidades de mejora detectadas	85
1.20.5	Medidas de mejora propuestas	86

1.1 EDAR A POBRA

1.1.1 Descripción de la EDAR

Localización: A Pobra do Caramiñal (A Coruña-España)

Características principales: Depuradora biológica de fangos activados mediante el sistema de aeración prolongada, con un reactor biológico configurado como un canal de oxidación que posibilita la eliminación de nitrógeno por procedimientos biológicos y deshidratación de fangos mediante filtro banda. Desinfección U.V.



Distribución de los procesos en la EDAR

Línea de agua: Desbaste de finos mediante tamiz Masko-Zoll, homogenización de agua pretratada, tratamiento físico-químico en cámara de coagulación-floculación y tanque de flotación. Tratamiento biológico compuesto por reactor biológico de lecho inundado con aireación mediante soplante y tanque de clarificación final. Desinfección UV.

Línea de fangos: Bombeo de fango a depósito regulador y deshidratación mediante filtro banda, después de acondicionamiento con electrólito.

Características de diseño

Población equivalente de diseño	30.000 h.e.
Caudal medio de diseño	6.000 m ³ /d
Caudal punta de diseño	600 m ³ /d
Pretratamiento	Reja, rototamices y desarenado-desengrasado
Tratamiento primario	

Tratamiento secundario	Lodos activados
Tratamiento avanzado	Eliminación de nutrientes (Nitrógeno-Fósforo)
Línea de lodos	Espesador, filtro banda y centrífuga.

Características de funcionamiento

Población equivalente real	26.555 h.e.
Caudal medio tratado	4.846 m ³ /d
Consumo energía	Electricidad
	1.470.066 kWh/año

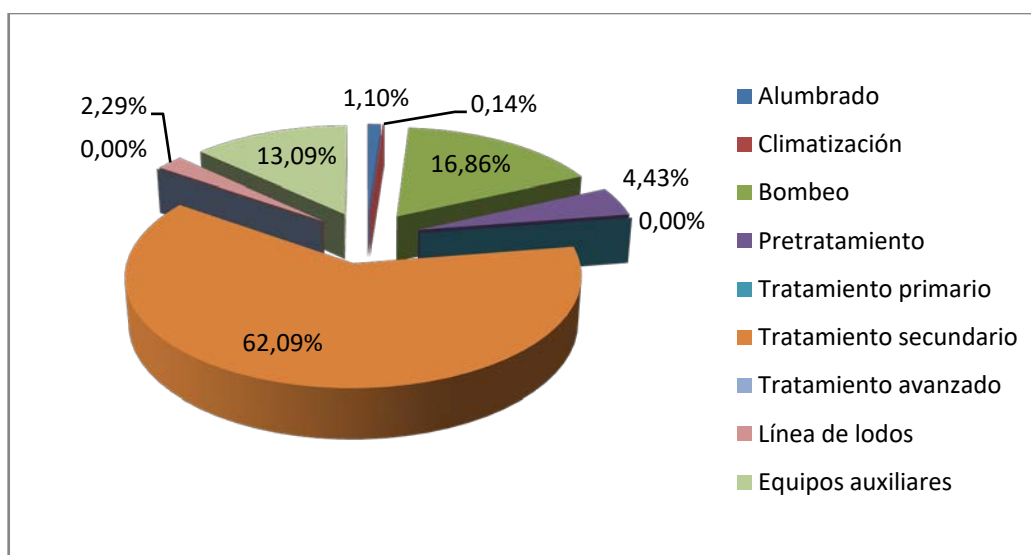
1.1.2 Suministro energético

Fuente	Electricidad. Red general
Tarifa de acceso	3.1A
Potencia contratada	368/368/368 kW
Toral Energía Activa	1.470.066 kWh/año
Factor potencia medio	0,998
Precio medio kWh activo	0,1099 €/kWh
Coste Total IVA excluido	161.492 €

1.1.3 Demanda de energía

Iluminación	106 Lámparas fluorescentes de diferentes potencias en el edificio y en el exterior 12 luminarias de halogenuros metálicos y 1 VSAP de 250W Potencia instalada en iluminación 6,65 kW No disponen de sistema de control encendido/apagado o luminosidad		
Climatización	La climatización está presente únicamente en algunas salas en el interior del edificio principal y se lleva a cabo mediante bombas de calor. Potencia instalada en climatización 2,16 kW		
Equipos de proceso	98,76% consumo total Principales consumidores (kWh):		
	Bombas de cabecera	157.199	10,69%
	Aireación pretratamiento	63.846	4,34%
	Rotores tratamiento secundario	855.152	58,17%

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	1.470.066	161.942 €	573,34
Alumbrado	16.176	1.782 €	6,31
Climatización	2.096	231 €	0,82
Proceso	1.451.794	159.929 €	566,21
<i>Bombeo</i>	<i>247.850</i>	<i>27.303 €</i>	<i>96,66</i>
<i>Pretratamiento</i>	<i>65.088</i>	<i>7.170 €</i>	<i>25,38</i>
<i>Tratamiento primario</i>	-	-	-
<i>Tratamiento secundario</i>	<i>912.827</i>	<i>100.557 €</i>	<i>356,01</i>
<i>Tratamiento avanzado</i>	-	-	-
<i>Línea de lodos</i>	<i>33.644</i>	<i>3.706 €</i>	<i>13,12</i>
<i>Equipos auxiliares</i>	<i>192.385</i>	<i>21.193 €</i>	<i>75,03</i>



Consumo por proceso

1.1.4 Oportunidades de mejora detectadas

- Las potencias máximas registradas a lo largo del año 2017 están prácticamente todos los meses por encima de la potencia contratada lo que conlleva a penalizaciones importantes.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 98,76% al consumo total, seguido por el consumo en iluminación con un 1,10%, finalmente se encuentra el consumo de climatización con un 0,82%.
- Los rotores del tratamiento secundario y los bombeos de cabecera y emisario suman 1.039.037 kWh anuales, lo que supone un 70,61% del consumo total de la EDAR.

- El consumo de los 4 rotores de aireación del tratamiento secundario supone un 58,07% del consumo total de la planta.
- Los aireadores de pretratamiento no demandan una potencia excesivamente alta, pero funcionan un promedio de 8412 horas, lo que hace que su consumo suponga el 4,43% del consumo de la planta.
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.
- No hay instalaciones de energía renovable para producción de energía.
- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes tubulares y halógenas en interiores y de vapor de sodio y halogenuros metálicos en exteriores)

1.1.5 Medidas de mejora propuestas

Medida	Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
		kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1 Optimización de la potencia contratada	Incremento de la potencia contratada de 368kW/periodo a 400 kW, para evitar penalizaciones por exceso de demanda	-	1.260	-	-	-
2 Sustitución de aireadores de pretratamiento	Sustitución de los aireadores actuales por tecnologías que mejoran la eficiencia del proceso mediante la inyección de burbujas de diámetro más pequeño que los aireadores convencionales, mejorándose así la eficiencia de la separación de grasas y aceites.	30.537	2.247	10.350	4,61	11,91
3 Instalación fotovoltaica	Instalación FV de 12,2kW para producción de electricidad para autoconsumo, manteniendo la conexión a la red	16.800	1.354	14.018	10,35	6,55
4 Sumergencia óptima de los rotores de aireación	Control de la inmersión de los rotores mediante sensor de nivel ultrasónico, manteniendo la sumergencia en su nivel óptimo de eficiencia (kgO ₂ /kWh), independientemente del caudal de entrada	34.206	2.517	3.400	1,35	13,34
5 Control avanzado del proceso de aireación	Automatización del proceso de aireación, manteniendo la concentración de Oxígeno Disuelto en el rango óptimo de funcionamiento	171.030	11.684	18.000	1,54	66,72
6 Desplazamiento de actividades a periodos más económicos	Desplazamiento del proceso de deshidratado de fangos de periodos llano y punta a periodos valle, más económicos, mejorando la automatización del mismo.	-	897	4.500	5,02	-
7 Empleo de tecnologías de iluminación eficientes	Sustitución de los equipos de iluminación actuales por tecnología LED	5.356	1.101	962	0,87	2,09
8 Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	44.102	3.245	1.386	0,43	17,20
	TOTAL	302.031	24.305	52.616	2,16	117,82

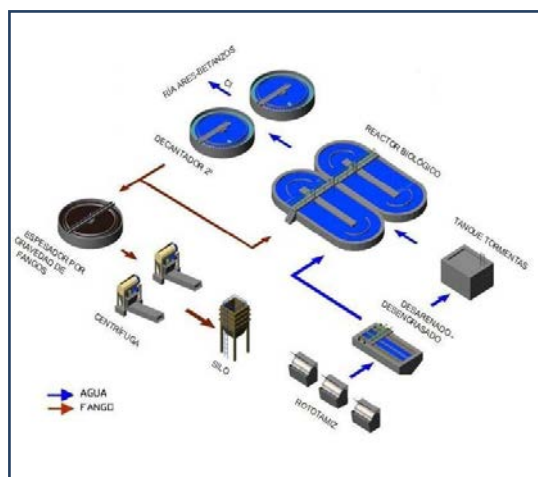
Ahorros conseguidos sobre la demanda total 20,55%
 el gasto total 15,01%

1.2 EDAR ARES

1.2.1 Descripción de la EDAR

Localización: Ares (A Coruña-España)

Características principales: Depuradora biológica de fangos activados mediante el sistema de aeración prolongada. Desinfección por cloración. Sin bombeo de cabecera.



Distribución de los procesos en la EDAR

Características de diseño

Población equivalente de diseño	52.000 h.e.
Caudal medio de diseño	13.278 m ³ /d
Caudal punta de diseño	1.500 m ³ /d
Pretratamiento	Rototamiz y desarenado-desengrasado
Tratamiento primario	-
Tratamiento secundario	Fangos activados
Tratamiento avanzado	Eliminación de nutrientes (Nitrógeno). Desinfección por cloración.
Línea de lodos	Espesador y centrífuga.

Características de funcionamiento

Población equivalente real	18.285 h.e.
Caudal medio tratado	14.804 m ³ /d
Consumo energía	Electricidad
	753.464 kWh/año

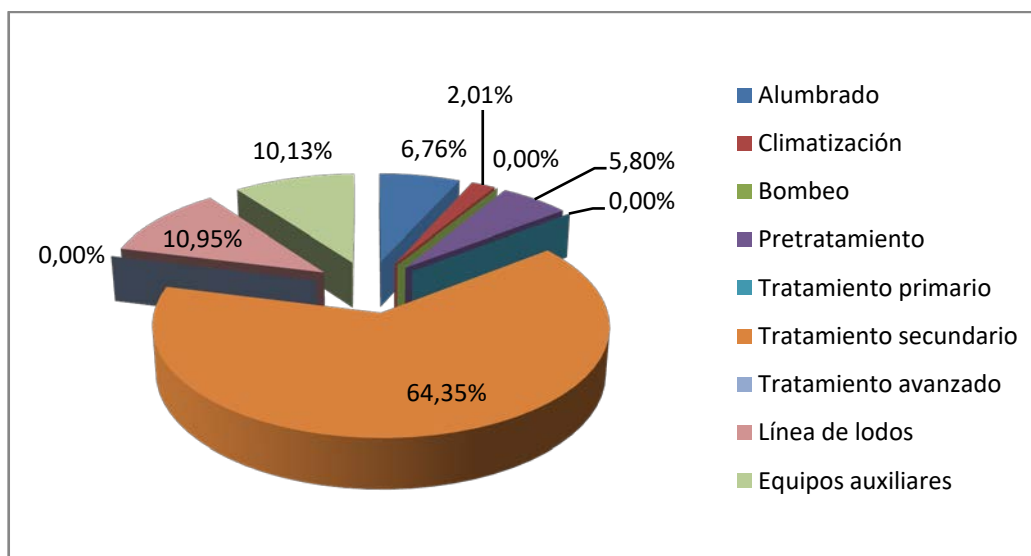
1.2.2 Suministro energético

Fuente	Electricidad. Red general
Tarifa de acceso	6.1A
Potencia contratada	P1:P5 100- P6 451 kW
Toral Energía Activa	756.464 kWh/año
Factor potencia medio	0,99
Precio medio kWh activo	0,0956 €/kWh
Coste Total IVA excluido	72.326 €

1.2.3 Demanda de energía

Iluminación	190 Lámparas fluorescentes de diferentes potencias en el edificio y en el exterior luminarias de halogenuros metálicos y vapor de sodio de alta presión de 250W		
	Potencia instalada en iluminación 12,08 kW		
	No disponen de sistema de control encendido/apagado o luminosidad		
Climatización	Para climatizar el edificio principal se utilizan radiadores eléctricos.		
	Potencia instalada en climatización 3,63kW		
Equipos de proceso	91,23% consumo total		
	Principales consumidores (kWh):		
	Rotores	312.971	41,37 %
	Bombas recirculación	98.387	13,01 %
	Circulador	64.976	8,59 %

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	756.464	72.326 €	295,03
Alumbrado	51.104	4.886 €	19,93
Climatización	15.200	1.453 €	5,93
Proceso	690.160	65.987 €	269,17
<i>Bombeo</i>	-	-	-
<i>Pretratamiento</i>	43.877	4.195 €	17,11
<i>Tratamiento primario</i>	-	-	-
<i>Tratamiento secundario</i>	486.816	46.545 €	189,86
<i>Tratamiento avanzado</i>	-	-	-
<i>Línea de lodos</i>	82.845	7.921 €	32,31
<i>Equipos auxiliares</i>	76.622	7.326 €	29,88



Consumo por proceso

1.2.4 Oportunidades de mejora detectadas

- Durante el año 2016 las potencias registradas por el maxímetro están por encima de la potencia contratada en todos los meses, se estaban recibiendo penalizaciones por excesos de potencia del orden de los 7.900€ anuales.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 91,23% al consumo total, seguido por el consumo en iluminación con un 6,76%, finalmente se encuentra el consumo de climatización con un 2,01%.
- Los rotores de aireación, las bombas de recirculación, los circuladores y el resto de equipamiento del proceso de tratamiento secundario suman 486.816 kWh, lo que supone el 71% del consumo energético del proceso de tratamiento.
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.
- No hay instalaciones de energía renovable para producción de energía.
- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes tubulares y halógenas en interiores y de vapor de sodio y halogenuros metálicos en exteriores)

1.2.5 Medidas de mejora propuestas

Medida	Descripción	Ahorros anuales	Inversión	PR	Emisiones
--------	-------------	-----------------	-----------	----	-----------

			kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1	Instalación turbina eléctrica en el emisario	La ubicación de la EDAR es interesante desde el punto de vista del aprovechamiento de energía hidráulica, por su elevada cota con respecto al punto de vertido (49,48m). Se diseña una propuesta basada en el rango de caudales más frecuente, siendo la turbina seleccionada de 16W para 38,2-73 l/s	127.606	8.007	56.900	7,11	49,78
2	Instalación fotovoltaica	Instalación FV de 12,2kW para producción de electricidad para autoconsumo, manteniendo la conexión a la red	14.800	971	14.018	14,44	5,77
3	Sumergencia óptima de los rotores de aireación	Control de la inmersión de los rotores mediante sensor de nivel ultrasónico, manteniendo la sumergencia en su nivel óptimo de eficiencia (kgO ₂ /kWh), independientemente del caudal de entrada	12.519	841	3.400	4,04	4,88
4	Control avanzado del proceso de aireación	Automatización del proceso de aireación, manteniendo la concentración de Oxígeno Disuelto en el rango óptimo de funcionamiento	62.594	3.307	18.000	5,44	24,42
5	Despazamiento de actividades a períodos más económicos	Desplazamiento del proceso de deshidratado de fangos al período P6, el más económico, mejorando la automatización del mismo.	-	685	4.500	6,57	-
6	Empleo de tecnologías de iluminación eficientes	Sustitución de los equipos de iluminación actuales por tecnología LED	16.757	2.237	8.804	3,94	6,54
7	Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	22.694	1.525	1.386	0,91	8,85
		TOTAL	256.970	17.573	107.008	6,09	100,24

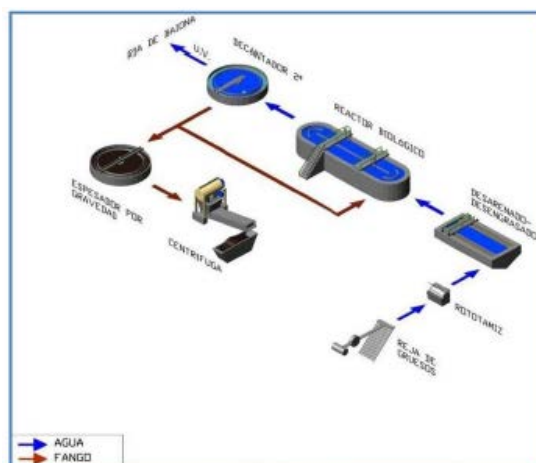
Ahorros conseguidos sobre la demanda total 17,48%
 el gasto total 10,85%

1.3 EDAR GONDOMAR

1.3.1 Descripción de la EDAR

Localización: Gondomar (Pontevedra-España)

Características principales: Depuradora biológica de fangos activados mediante el sistema de aireación prolongada, con un reactor configurado como un canal de oxidación que posibilita la eliminación de nitrógeno por procedimientos biológicos, tratamiento terciario mediante U.V. Deshidratación mediante centrifuga.



Distribución de los procesos en la EDAR

Línea de agua: Pozo de gruesos, desbaste de gruesos mediante reja de limpieza mecánica, bombeo de agua bruta, desbaste de finos mediante tamiz rotativo autolimpiante, desarenado- desengrasado en canal aireado, regulación de caudal mediante escombrera motorizada de labio variable, tratamiento biológico en canal de oxidación y decantador circular, y tratamiento terciario que incluye desinfección mediante lámparas U.V. dispuestas en serie.

Línea de fangos Bombeo de fangos en exceso, espesamiento por gravedad en tanque circular con equipo barredor-concentrador y cubierto con tapa de poliéster e deshidratación mediante centrifuga, luego de acondicionamiento con electrólito.

Características de diseño

Población equivalente de diseño	24.000 h.e.
Caudal medio de diseño	6.720 m ³ /d
Caudal punta de diseño	562 m ³ /d
Pretratamiento	Reja, rototamices y desarenado-desengrasado
Tratamiento primario	-
Tratamiento secundario	Lodos activados
Tratamiento avanzado	Eliminación de nutrientes (Nitrógeno-Fósforo)
Línea de lodos	Espesador y centrifuga.

Características de funcionamiento

Población equivalente real	19.615 h.e.
Caudal medio tratado	10.083 m ³ /d
Consumo energía	Electricidad
	791.258 kWh/año

1.3.2 Suministro energético

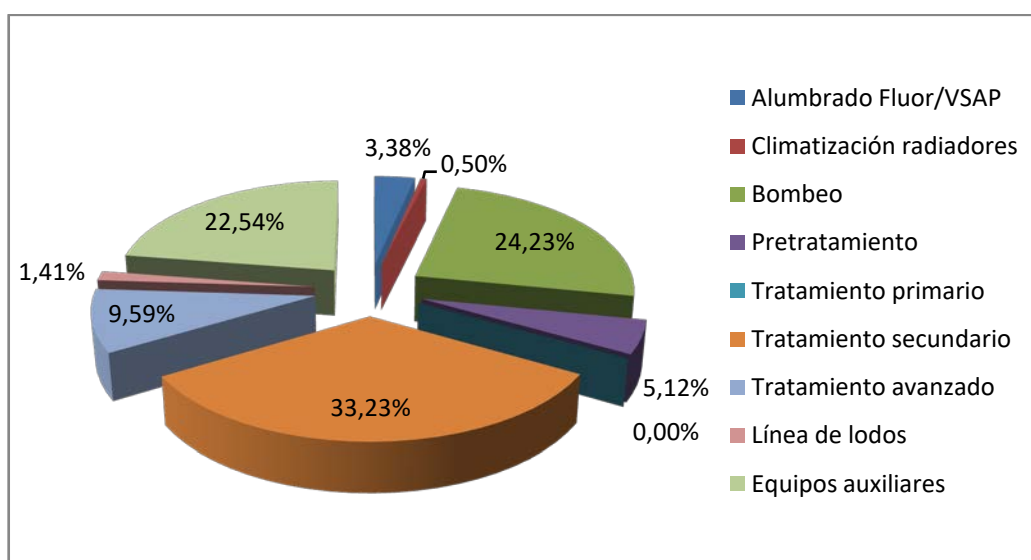
Fuente	Electricidad. Red general
Tarifa de acceso	3.1A
Potencia contratada	190 kW
Toral Energía Activa	791.258 kWh/año
Factor potencia medio	0,99
Precio medio kWh activo	0,0937 €/kWh
Coste Total IVA excluido	74.137 €

1.3.3 Demanda de energía

Iluminación	El sistema de iluminación se caracteriza por contar con lámparas fluorescentes de 18W en las oficinas, lámparas fluorescentes de 36W en la nave y lámparas de vapor de sodio de 250W en el exterior y en el interior de la nave		
	Potencia instalada en iluminación 9,03 kW		
	No disponen de sistema de control encendido/apagado o luminosidad		
Climatización	Para climatizar el edificio principal se utilizan radiadores eléctricos.		
	Potencia instalada en climatización 5,07 kW		
Equipos de proceso	96,13% consumo total		
	Principales consumidores (kWh):		
	Bombas de cabecera	191.726	24,23%
	Bomba de agua industrial	62.715	7,93%
	Rotores de aireación	147.811	18,68%
	Equipo desinfección UV	75.909	9,59%

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	791.258	74.137 €	308,60
Alumbrado	26.724	2.504 €	10,42
Climatización	3.920	367 €	1,53

Proceso	760.614	71.266 €	296,65
<i>Bombeo</i>	<i>191.727</i>	<i>17.964 €</i>	<i>74,78</i>
<i>Pretratamiento</i>	<i>40.481</i>	<i>3.793 €</i>	<i>15,79</i>
<i>Tratamiento primario</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>Tratamiento secundario</i>	<i>262.954</i>	<i>24.637 €</i>	<i>102,55</i>
<i>Tratamiento avanzado</i>	<i>75.909</i>	<i>7.112 €</i>	<i>29,61</i>
<i>Línea de lodos</i>	<i>11.193</i>	<i>1.049 €</i>	<i>4,37</i>
<i>Equipos auxiliares</i>	<i>178.350</i>	<i>16.711 €</i>	<i>69,56</i>



Consumo por proceso

1.3.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es la 3.1A con una potencia contratada de 190kW en cada uno de los tres periodos. No se reciben penalizaciones por consumo de energía reactiva o excesos de potencia.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 96,13% al consumo total, seguido por el consumo en iluminación con un 1,10%, finalmente se encuentra el consumo de climatización con un 0,82%.
- Las bombas de cabecera, los rotores del tratamiento secundario, las bombas de recirculación y el equipo de desinfección UV suman 498.346 kWh lo que supone un 65,52% del consumo total de la EDAR. Es importante destacar el consumo de las bombas de cabecera que suponen más de un 25% del consumo total del proceso. Destaca el consumo de la bomba 1 con un consumo anual de 114.951 kWh, lo que supone el 14,5% del consumo total de la planta
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.

- No hay instalaciones de energía renovable para producción de energía.
- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes tubulares y halógenas en interiores y de vapor de sodio y halogenuros metálicos en exteriores)

1.3.5 Medidas de mejora propuestas

Medida	Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
		kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1 Regulación del proceso de desinfección UV	La EDAR cuenta con un sistema de desinfección UV con capacidad para regulación, que no está funcionando en la actualidad. Se estiman ahorros de entre un 10% y un 25% cuando se regula el sistema de desinfección, por lo que se recomienda su puesta en funcionamiento.	7.591	548	720	1,31	2,96
2 Cambio de estrategia de agitadores	En estos momentos los agitadores funcionan las 24h .Se recomienda su parada cuando estén funcionando los rotores.	3.691	266	700	2,63	1,44
3 Sumergencia óptima de los rotores de aireación	Control de la inmersión de los rotores mediante sensor de nivel ultrasónico, manteniendo la sumergencia en su nivel óptimo de eficiencia (kgO ₂ /kWh), independientemente del caudal de entrada	5.912	427	3.400	7,96	2,31
4 Control avanzado del proceso de aireación	Automatización del proceso de aireación, manteniendo la concentración de Oxígeno Disuelto en el rango óptimo de funcionamiento	29.562	1.233	18.000	14,60	11,53
5 Instalación fotovoltaica	Instalación FV de 18,02kW para producción de electricidad para autoconsumo, manteniendo la conexión a la red	25.100	1.883	20.730	11,01	9,79
6 Desplazamiento de actividades a períodos más económicos	Desplazamiento del proceso de deshidratado de fangos de períodos llano y punta a períodos valle, más económicos, mejorando la automatización del mismo.	-	259	4.500	17,37	-
7 Sustitución de bombas de cabecera	Nuevo sistema que alcance un caudal máximo requerido de 1,080m ³ /h, utilizando bombas de caudal abierto	16.872	1.217	23.415	19,24	6,58
8 Empleo de tecnologías de iluminación eficientes	Sustitución de los equipos de iluminación actuales por tecnología LED	12.637	1.232	6.254	5,08	4,93
9 Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	23.738	1.713	1.386	0,81	9,26
	TOTAL	125.103	8.778	79.105	9,01	48,80

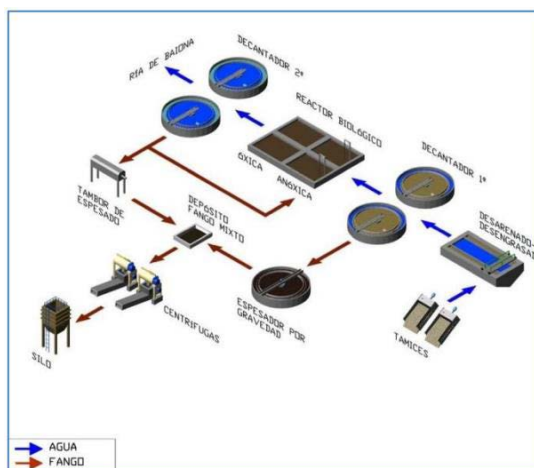
Ahorros conseguidos sobre la demanda total 15,81%
 el gasto total 11,84%

1.4 EDAR NIGRÁN

1.4.1 Descripción de la EDAR

Localización: Nigrán (Pontevedra-España)

Características principales: Depuradora biológica de lodos activados mediante el sistema de aireación prolongada, con dos reactores biológicos que responden a una tipología de flujo pistón con capacidad para eliminar nitrógeno: Desinfección U.V. Deshidratación de fangos mediante centrífuga.



Distribución de los procesos en la EDAR

Línea de agua: Pozo de gruesos, desbaste mediante tamices, desarenado-desengrasado en canal longitudinal aireada, decantación primaria, tratamiento biológico en reactor de flujo pistón con una zona anóxica previa e difusores de burbuja fina, decantación secundaria, Desinfección U.V.

Línea de fangos: Los fangos primarios son bombeados y espesados por gravedad. Los biológicos son bombeados en la tabla de espesado, admitiéndose al silo de fango mixto al igual que el fango primario espesado. Deshidratación mediante centrífuga horizontal.

Características de diseño

Población equivalente de diseño	70.000 h.e.
Caudal medio de diseño	19.600 m ³ /d
Caudal punta de diseño	1.469 m ³ /d
Pretratamiento	Cuchara bivalbva, tamices y desarenado-desengrasado
Tratamiento primario	Decantadores primarios
Tratamiento secundario	Lodos activados
Tratamiento avanzado	Eliminación de nutrientes (Nitrógeno). Desinfección por UV
Línea de lodos	Tambor de espesado, depósito y centrífuga.

Características de funcionamiento

Población equivalente real	19.929 h.e.
Caudal medio tratado	9.599 m ³ /d
Consumo energía	Electricidad
	1.337.613 kWh/año

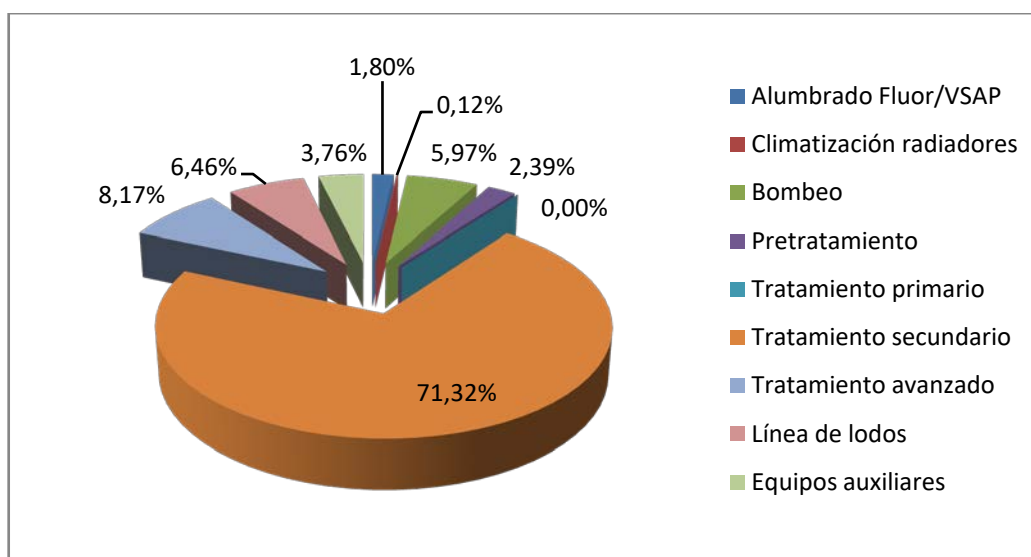
1.4.2 Suministro energético

Fuente	Electricidad. Red general
Tarifa de acceso	6.1A
Potencia contratada	P1-P5 300 kW P6 451kW
Total Energía Activa	1.337.613 kWh/año
Factor potencia medio	0,92
Precio medio kWh activo	0,0933 €/kWh
Coste Total IVA excluido	124.811 €

1.4.3 Demanda de energía

Iluminación	Lámparas fluorescentes en interior y lámparas de vapor de sodio en el exterior. Potencia instalada en iluminación 6,36 kW No disponen de sistema de control encendido/apagado o luminosidad		
Climatización	Para climatizar algunas salas del edificio principal se utilizan radiadores eléctricos. Potencia instalada en climatización 4 kW		
Equipos de proceso	98,08% consumo total Principales consumidores (kWh):		
	Bombas recirculación	148.512	11,10%
	Soplantes	543.005	40,60%
	Agitadores	161.886	12,10%
	Equipo UV	109.250	8,17%

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	1.337.613	124.811 €	521,68
Alumbrado	24.078	2.247 €	9,39
Climatización	1.600	149 €	0,62
Proceso	1.311.935	122.415 €	511,67
<i>Bombeo</i>	79.919	7.457 €	31,17
<i>Pretratamiento</i>	31.954	2.982 €	12,46
<i>Tratamiento primario</i>	-	-	-
<i>Tratamiento secundario</i>	954.033	89.020 €	372,08
<i>Tratamiento avanzado</i>	109.250	10.194 €	42,61
<i>Línea de lodos</i>	86.459	8.067 €	33,72
<i>Equipos auxiliares</i>	50.320	4.695 €	19,63



Consumo por proceso

1.4.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es la 6.1A con una potencia contratada de 300 kW para los cinco primeros periodos y 451 kW en el periodo 6. No se reciben penalizaciones por consumo de energía reactiva o excesos de potencia.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 98,08% al consumo total, seguido por el consumo en iluminación con un 1,80%, finalmente se encuentra el consumo de climatización con un 0,12%.

- Las soplantes, el equipo de desinfección, los agitadores, las bombas de recirculación y las centrífugas suman 968.942 kWh anuales, lo que supone un 75,38% del consumo total de la EDAR, destacan las soplantes que alcanzan un 41% del consumo total de la planta

- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.
- No hay instalaciones de energía renovable para producción de energía.
- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes tubulares y halógenas en interiores y de vapor de sodio y halogenuros metálicos en exteriores)

1.4.5 Medidas de mejora propuestas

Medida	Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
		kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1 Regulación del proceso de desinfección UV	La EDAR cuenta con un sistema de desinfección UV con capacidad para regulación, que no está funcionando en la actualidad. Se estiman ahorros de entre un 10% y un 25% cuando se regula el sistema de desinfección, por lo que se recomienda su puesta en funcionamiento.	10.925	724	720	0,99	4,26
2 Limpieza de difusores y circuito de aireación del reactor biológico	Se recomienda una limpieza química con ácido fórmico acompañada de limpieza mecánica de los colectores, con lo que se espera conseguir ahorros energéticos entre el 3% al 12%.	16.290	530	1.100	2,08	6,35
3 Cambio de soplantes por tecnologías más eficientes	Soplantes actuales sobredimensionadas. Se recomienda la instalación de soplantes de tornillo para un caudal medio de 2100m ³ /h y un caudal máximo de 3200 m ³ /h a una presión de 700mbar.	183.303	12.155	45.532	3,75	71,51
4 Instalación fotovoltaica	Instalación FV de 12,2kW para producción de electricidad para autoconsumo, manteniendo la conexión a la red	16.400	1.137	14.018	12,33	6,40
5 Control avanzado del proceso de aireación	Automatización del proceso de aireación, manteniendo la concentración de Oxígeno Disuelto en el rango óptimo de funcionamiento	108.601	6.302	18.000	2,86	42,37
6 Desplazamiento de actividades a períodos más económicos	Desplazamiento del proceso de deshidratado de fangosa Período P6, más económico, mejorando la automatización del mismo.	-	1.588	4.500	2,83	-
7 Empleo de tecnologías de iluminación eficientes	Sustitución de los equipos de iluminación actuales por tecnología LED	8.077	1.143	2.129	1,86	3,15

8	Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	40.128	2.661	1.386	0,52	15,65
		TOTAL	383.724	26.240	87.385	3,33	149,69

Ahorros conseguidos sobre la demanda total 28,69%

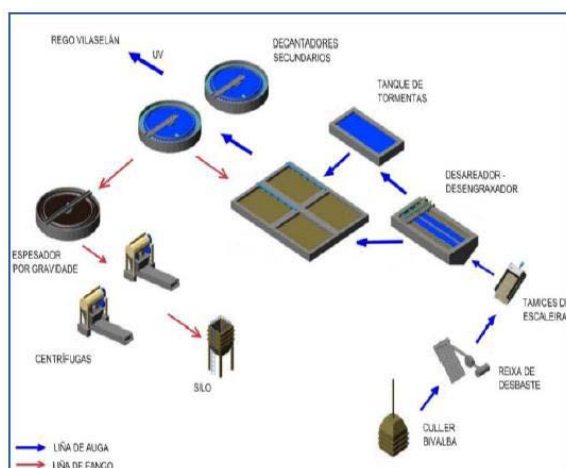
el gasto total 21,02%

1.5 EDAR RIBADEO

1.5.1 Descripción de la EDAR

Localización: Ribadeo (Lugo-España)

Características principales: Depuradora biológica de lodos con eliminación de nutrientes y desinfección ultravioleta.



Distribución de los procesos en la EDAR

Línea de agua: Pretratamiento compuesto por reja de gruesos, tamizado y desarenado- desengrasado. Tratamiento secundario mediante lodos activados con eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo). Desinfección ultravioleta del efluente.

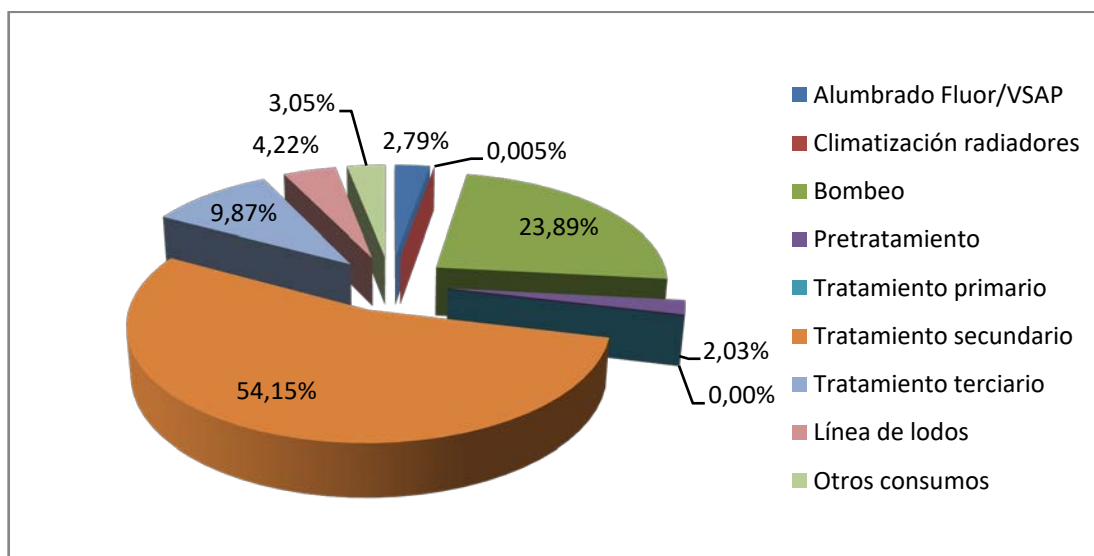
Línea de fangos: Espesado de lodos y deshidratación mediante centrifuga

Características de diseño

Población equivalente de diseño	37.500 h.e.
Caudal medio de diseño	7.500 m ³ /d
Caudal punta de diseño	1.063 m ³ /d
Pretratamiento	Reja, tamiz y desarenado-desengrasado
Tratamiento primario	-
Tratamiento secundario	Lodos activados
Tratamiento avanzado	Eliminación de nutrientes (Nitrógeno) Desinfección por ultravioleta.
Línea de lodos	Espesador y centrifugas.

Características de funcionamiento

Población equivalente real	7.614 h.e.
Caudal medio tratado	5.922 m ³ /d



Consumo por proceso

1.5.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es la 3.0A con una potencia contratada de 98 kW para los tres periodos. No se reciben penalizaciones por consumo de energía reactiva. Las potencias registradas por el maxímetro a lo largo del año están siempre por encima de la potencia contratada.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 97,20% al consumo total, seguido por el consumo en iluminación con un 2,79%. El consumo de climatización es muy puntual y sólo supone el 0,005%.
- Las soplantes del tratamiento biológico, las bombas de cabecera y el equipo de desinfección suman 473.091 kWh anuales, lo que supone un 69,48% del consumo total de la EDAR, destacan las soplantes que alcanzan un 36,98% del consumo total de la planta.
- Las bombas de cabecera consumen 162.676 kWh/año y presentan rendimientos iguales o inferiores al 55%.
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.
- No hay instalaciones de energía renovable para producción de energía.
- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes tubulares y halógenas en interiores y de vapor de sodio y halogenuros metálicos en exteriores)

1.5.5 Medidas de mejora propuestas

Medida	Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
		kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1 Optimización de la potencia contratada	Incremento de la potencia contratada de 98kW/periodo a 170 kW, para evitar penalizaciones por exceso de demanda	-	6.261	-	-	-
2 Regulación del proceso de desinfección UV	La EDAR cuenta con un sistema de desinfección UV con capacidad para regulación, que no está funcionando en la actualidad. Se estiman ahorros de entre un 10% y un 25% cuando se regula el sistema de desinfección, por lo que se recomienda su puesta en funcionamiento.	10.080	908	720	0,79	3,93
3 Instalación fotovoltaica	Instalación FV de 18,02kW para producción de electricidad para autoconsumo, manteniendo la conexión a la red	20.100	1.842	20.730	11,25	7,84
4 Control avanzado del proceso de aireación	Automatización del proceso de aireación, manteniendo la concentración de Oxígeno Disuelto en el rango óptimo de funcionamiento	48.643	3.483	18.000	5,17	18,97
5 Limpieza de difusores y circuito de aireación del reactor biológico	Se recomienda una limpieza química con ácido fórmico acompañada de limpieza mecánica de los colectores, con lo que se espera conseguir ahorros energéticos entre el 3% al 12%.	7.296	108	1.100	10,19	2,85
6 Desplazamiento de actividades a periodos más económicos	Desplazamiento del proceso de deshidratado de fangos a Período valle, más económico, mejorando la automatización del mismo.	-	664	4.500	6,78	-
7 Sustitución de bombas de cabecera	Sustitución de las 4 bombas de cabecera de 25 kW, que presentan rendimientos en torno al 55%, por bombas de mayor eficiencia, con rendimientos del 68%.	13.138	1.184	11.700	9,88	5,12
8 Empleo de tecnologías de iluminación eficientes	Sustitución de los equipos de iluminación actuales por tecnología LED	13.306	979	7.006	7,16	5,19
9 Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	20.426	1.841	1.386	0,75	7,97
	TOTAL	132.989	17.270	65.142	3,77	51,87

Ahorros conseguidos sobre la demanda total 19,53%

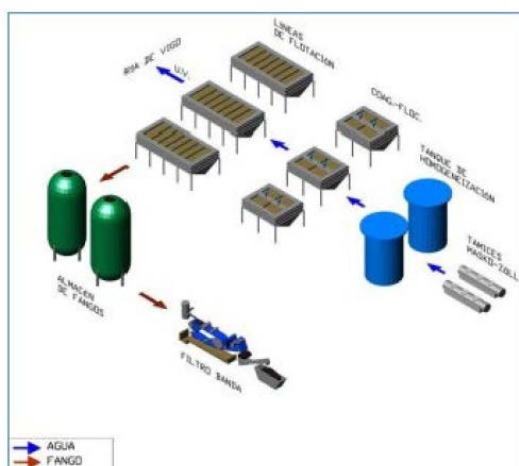
el gasto total 20,77%

1.6 EDAR ARCADE

1.6.1 Descripción de la EDAR

Localización: Arcade (Pontevedra-España)

Características principales: Tratamiento físico-químico con flotación del fango mediante DAC y posterior deshidratación de fangos, mediante filtro banda. Desinfección mediante rayos U.V.



Distribución de los procesos en la EDAR

Línea de agua: Pozo de gruesos, bombeo de agua bruta, desbaste de finos mediante tamiz Masko-Zoll], homogenización da agua pretratada, tratamiento físico-químico en cámaras de floculación y tanques de flotación y desinfección de la agua tratada mediante rayos UVA.

Línea de fangos: Retirada mediante barredoras de la superficie de los tanques, escurrido en mesa inclinada, bombeo a silo de fangos donde son espesados por gravedad, deshidratación en filtro banda y estabilización mediante adición de cal.

Características de diseño

Población equivalente de diseño	8.621 h.e.
Caudal medio de diseño	2.592 m ³ /d
Caudal punta de diseño	259 m ³ /d
Pretratamiento	Tamices Masko-Zoll y tanque de homogenización
Tratamiento primario	Físico-Químico
Tratamiento secundario	-
Tratamiento avanzado	Desinfección por ultravioleta.
Línea de lodos	Espesador y filtro banda.

Características de funcionamiento

Población equivalente real	6.155 h.e.
Caudal medio tratado	3.206 m ³ /d
Consumo energía	Electricidad
	248.729 kWh/año

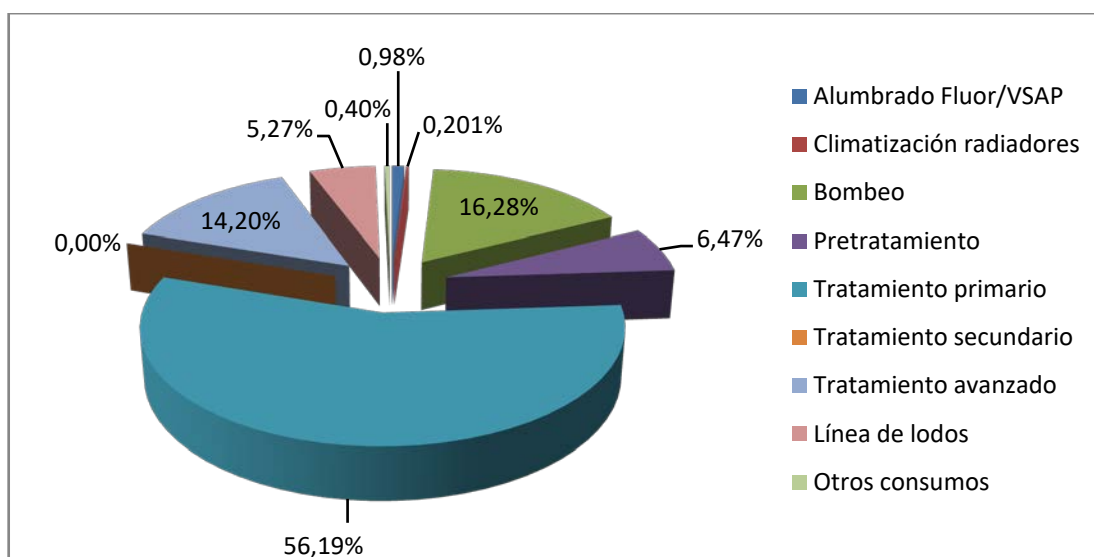
1.6.2 Suministro energético

Fuente	Electricidad. Red general
Tarifa de acceso	3.0A
Potencia contratada	P1/P2 53kW P3 60kW
Toral Energía Activa	248.729 kWh/año
Factor potencia medio	1
Precio medio kWh activo	0,1094 €/kWh
Coste Total IVA excluido	27.318 €

1.6.3 Demanda de energía

Iluminación	El sistema de iluminación se caracteriza por contar con lámparas fluorescentes en interior.		
	Potencia instalada en iluminación 1,5 kW		
	No disponen de sistema de control encendido/apagado o luminosidad		
Climatización	Uso puntual de radiadores eléctricos		
Equipos de proceso	98,02% consumo total		
	Principales consumidores (kWh):		
	Bombas DAC	111.690	44,72 %
	Bombas cabecera	40.488	16,21 %
	Equipo desinfección	35.320	14,14 %

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	248.729	27.215 €	97,01
Alumbrado	2.443	267 €	0,95
Climatización	500	55 €	0,20
Proceso	245.786	26.893 €	95,86
<i>Bombeo</i>	40.488	4.430 €	15,79
<i>Pretratamiento</i>	16.105	1.762 €	6,28
<i>Tratamiento primario</i>	139.760	15.292 €	54,51
<i>Tratamiento secundario</i>	-	-	-
<i>Tratamiento avanzado</i>	35.320	3.865 €	13,78
<i>Línea de lodos</i>	13.113	1.435 €	5,11
<i>Equipos auxiliares</i>	1.000	109 €	0,39



Consumo por proceso

1.6.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es la 3.0A con una potencia contratada de 53/53/60 kW para cada periodo. No se reciben penalizaciones por consumo de energía reactiva. El precio de contrato es ligeramente superior al de otras EDAR de características.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 98,02% al consumo total.
- El principal consumo se da en el proceso de Flotación, debido al funcionamiento de las 3 Bombas DAC, que suponen 111.690kWh/año.
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.

- No hay instalaciones de energía renovable para producción de energía.
- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes tubulares y halógenas en interiores y de vapor de sodio y halogenuros metálicos en exteriores)

1.6.5 Medidas de mejora propuestas

Medida	Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
		kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1 Negociación del precio de la energía activa	Solicitud de ofertas a diversas comercializadoras para ajustar precio de la energía activa	-	2.372	200	0,08	-
2 Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	12.486	1.366	2.420	1,77	4,87
3 Variadores de frecuencia y motores IE3 en Bombas DAC	Instalación de variadores de frecuencia en los motores de las bombas DAC, que adapten el funcionamiento de los motores a las cargas requeridas.	33.507	3.301	13.000	3,94	13,07
4 Instalación de motores más eficientes	Se recomienda el cambio de motores con períodos de funcionamiento altos a motores más eficientes en caso de avería o fin de vida útil	2.465	225	2.975	13,22	0,96
5 Arrancadores suaves en tamices Masko Zoll	Se recomienda la instalación de arrancadores suaves en motores con accionamiento estrella-triángulo, que suponen picos de corriente y un mayor desgaste de los equipos	-	150	800	5,33	-
6 Instalación fotovoltaica	Instalación FV de 25kW para producción de electricidad para autoconsumo, manteniendo la conexión a la red	31.320	2.785	29.095	10,45	12,22
	TOTAL	79.778	10.199	48.490	4,75	31,11

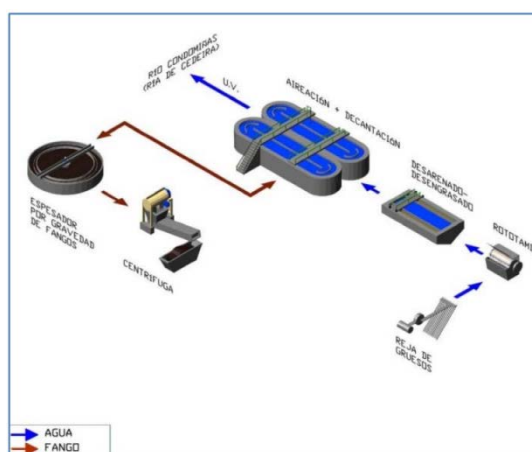
Ahorros conseguidos sobre la demanda total 32,07%
 el gasto total 37,48%

1.7 EDAR CEDEIRA

1.7.1 Descripción de la EDAR

Localización: Cedeira (A Coruña-España)

Características principales: Depuradora biológica de fangos activados mediante el proceso de doble canal (sistema SBR), en la que ambos reactores funcionan alternativamente en aireación-decantación. Además cuenta con eliminación química de fósforo (cloruro férrico) así como tratamiento terciario con microfiltración y desinfección UV. Deshidratación mediante centrífuga



Distribución de los procesos en la EDAR

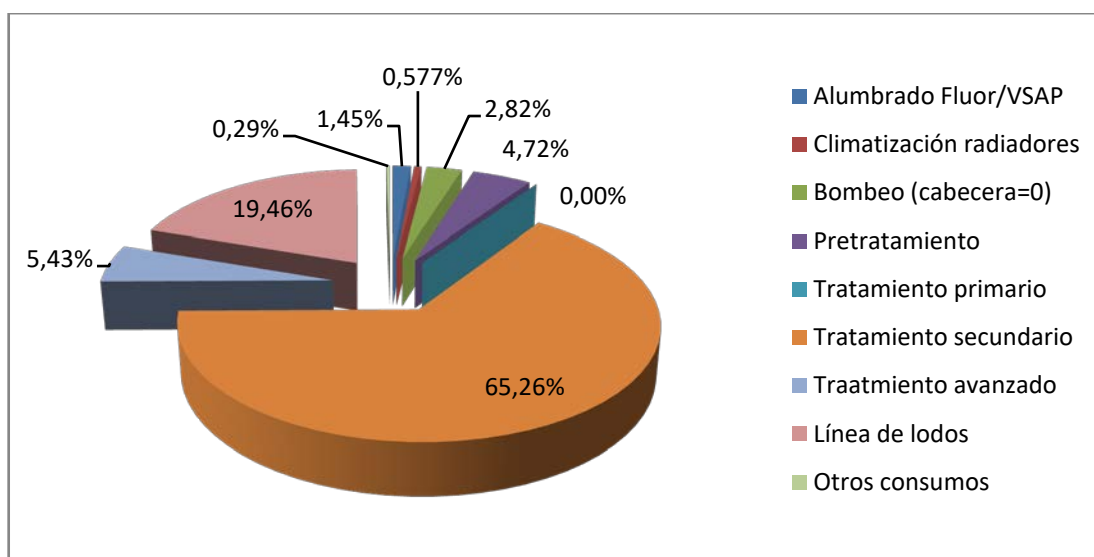
Línea de agua: Desbaste de gruesos, triturador de sólidos, tanque de tormentas, bombeo de agua bruta a EDAR, tamizar de finos, desarenado-desengrasado en canal aireado con tratamiento de los residuos generados, medición de caudal, tratamiento biológico en reactores SBR, desfosfatación con cloruro férrico, tratamiento terciario con microfiltración y desinfección UV.

Línea de fangos: Bombeo de fangos biológicos en exceso, espesado de fangos por gravedad y deshidratación en centrífuga previa adición de polielectrólito

Características de diseño

Población equivalente de diseño	10.395 h.e.
Caudal medio de diseño	3.119 m ³ /d
Caudal punta de diseño	312 m ³ /d
Pretratamiento	Reja y pretratamiento compacto
Tratamiento primario	-
Tratamiento secundario	Lodos activados
Tratamiento avanzado	Microfiltros y desinfección por ultravioleta.

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	346.763	34.495 €	135,24
Alumbrado	5.019	499 €	1,96
Climatización	2.000	199 €	0,78
Proceso	339.744	33.797 €	132,50
<i>Bombeo</i>	9.782	973 €	3,82
<i>Pretratamiento</i>	16.370	1.628 €	6,38
<i>Tratamiento primario</i>	-	-	-
<i>Tratamiento secundario</i>	226.300	22.512 €	88,26
<i>Tratamiento avanzado</i>	18.814	1.872 €	7,34
<i>Línea de lodos</i>	67.478	6.713 €	26,32
<i>Equipos auxiliares</i>	1.000	99 €	0,39



Consumo por proceso

1.7.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es la 3.1A con una potencia contratada de 87 kW para cada periodo. No se reciben penalizaciones por consumo de energía reactiva ni excesos de potencia.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 97,69% al consumo total. El principal consumo se da en el tratamiento secundario, que supone el 65,26% del consumo. Las soplantes consumen 141.256kWh/año, y los agitadores 85.046 kWh/año.
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.
- No hay instalaciones de energía renovable para producción de energía.

- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes tubulares y halógenas en interiores y de vapor de sodio y halogenuros metálicos en exteriores)

1.7.5 Medidas de mejora propuestas

Medida	Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
		kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1 Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	17.338	1.613	2.420	1,50	6,76
2 Empleo de tecnologías de iluminación eficientes	Sustitución de los equipos de iluminación actuales por tecnología LED	2.950	225	2.555	11,36	1,15
3 Instalación de agitadores tipo "banana"	Instalación de agitadores tipo banana, que presentan mayor eficiencia debido al tamaño de sus palas	46.500	4.500	60.000	13,33	18,14
4 Instalación de Variadores de frecuencia en soplantes	Instalación de variadores de frecuencia de 30 kW en los motores de las soplantes, que adapten el funcionamiento de los motores a las cargas requeridas.	10.600	800	8.800	11,00	4,13
5 Instalación de Variadores de frecuencia en bombas	Instalación de variadores de frecuencia en los pequeños motores de las bombas, que adapten el funcionamiento de los motores a las cargas requeridas.	6.300	455	5.400	11,87	2,46
6 Cambio de soplantes por tecnologías más eficientes	Se recomienda la sustitución de las soplantes de émbolo por soplantes de tornillo, con una eficiencia 8-16% superior.	31.000	2.950	32.000	10,85	12,09
7 Limpieza de difusores y circuito de aireación del reactor biológico	Se recomienda una limpieza química con ácido fórmico acompañada de limpieza mecánica de los colectores, con lo que se espera conseguir ahorros energéticos entre el 3% al 12%.	11.300	850	250	0,29	4,41
8 Instalación de motores más eficientes	Se recomienda el cambio de motores con períodos de funcionamiento altos a motores más eficientes en caso de avería o fin de vida útil	900	70	1.200	17,14	0,35
9 Instalación fotovoltaica	Instalación FV de 20kW para producción de electricidad para autoconsumo, manteniendo la conexión a la red	25.500	2.203	26.000	11,80	9,95
	TOTAL	152.388	13.666	138.625	10,14	59,43

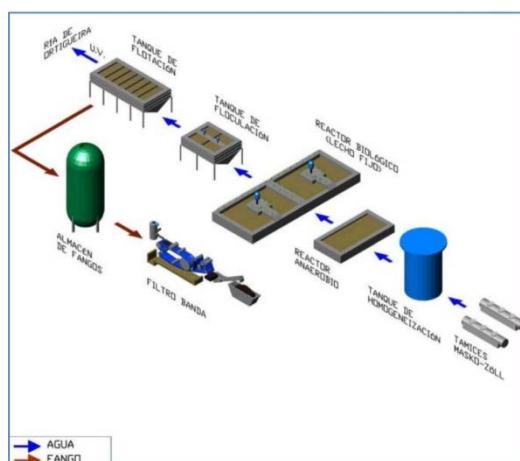
Ahorros conseguidos sobre la demanda total 43,95%
 el gasto total 39,62%

1.8 EDAR ORTIGUEIRA

1.8.1 Descripción de la EDAR

Localización: Ortigueira (A Coruña-España)

Características principales: E.D.A.R. que combina un tratamiento biológico en un reactor de cultivo fijo y un tratamiento físico – químico mediante coagulación – floculación con flotación del fango generado mediante inyección de aire, desinfectándose el agua tratada mediante radiación U.V. Deshidratación mediante filtro banda.



Distribución de los procesos en la EDAR

Línea de agua: Pozo de gruesos, bombeo de agua bruta, desbaste de finos mediante tamiz Masko-Zoll, homogeneización da agua pretratada, tratamiento biológico en reactor de lecho fijo hecho con cámara anóxica previa y aerobia posterior agitada e aireada mediante CELPOX, tratamiento físico-químico en cámaras de floculación y tanques de flotación e desinfección da agua tratada mediante rayos U.V.

Línea de fangos: Espesado por gravedad y deshidratación mediante filtro banda luego de acondicionamiento con polielectrólito. Opcionalmente, dosificación de cal al fango deshidratado

Características de diseño

Población equivalente de diseño	5.000 h.e.
Caudal medio de diseño	1.800 m ³ /d
Caudal punta de diseño	180 m ³ /d
Pretratamiento	Tamices Masko-Zoll y tanque de homogenización
Tratamiento primario	-
Tratamiento secundario	Lechos inundados
Tratamiento avanzado	Eliminación de nutrientes (N) y desinfección por ultravioleta.

Línea de lodos Físico-Químico, espesador y filtro banda

Características de funcionamiento

Población equivalente real	2.508 h.e.
Caudal medio tratado	860 m ³ /d
Consumo energía	Electricidad
	179.459 kWh/año

1.8.2 Suministro energético

Fuente	Electricidad. Red general
Tarifa de acceso	3.0A
Potencia contratada	27,7 kW
Toral Energía Activa	179.459 kWh/año
Factor potencia medio	0,97
Precio medio kWh activo	0,10134 €/kWh
Coste Total IVA excluido	18.216,10 €

1.8.3 Demanda de energía

Iluminación 10 luminarias de campana con lámpara de halogenuros metálicos (250 W/ud) y con balastro electromagnético (luz parpadeando). En los despachos, aseos y otras dependencias la iluminación es mediante fluorescencia.

Potencia instalada en iluminación 2,9 kW

No disponen de sistema de control encendido/apagado o luminosidad

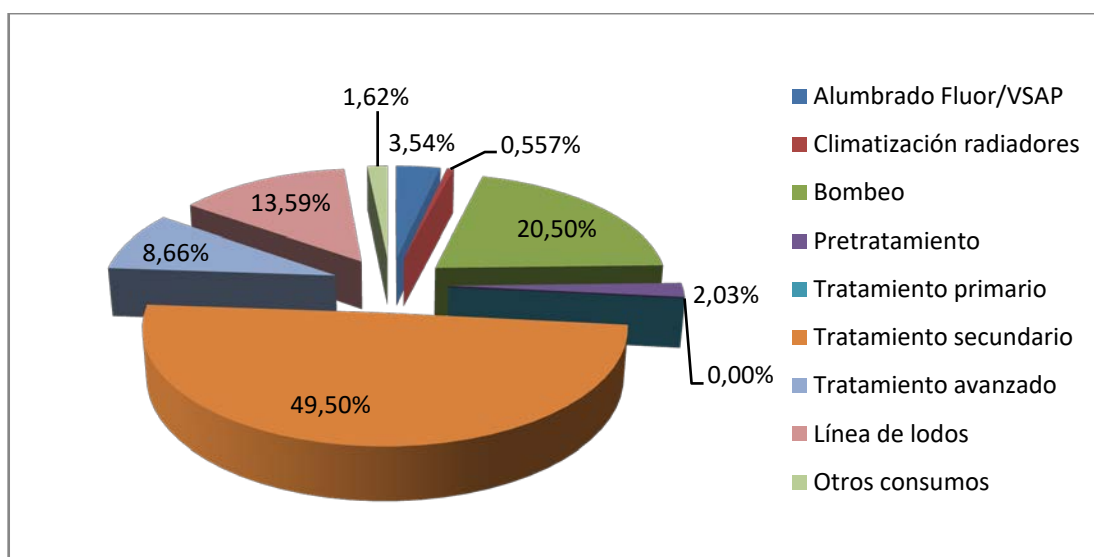
Climatización Uso puntual de radiadores eléctricos

Equipos de proceso 95,90% consumo total

Principales consumidores (kWh):

Agitadores	88.833	49,50%
Bombeo	36.783	20,50%
Desinfección UV	35.320	19,68%
Floculación-Flotación	21.849	12,17%

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	179.458	18.187 €	69,99
Alumbrado	6.351	644 €	2,48
Climatización	1.000	101 €	0,39
Proceso	172.107	17.442 €	67,12
<i>Bombeo</i>	36.783	3.728 €	14,35
<i>Pretratamiento</i>	3.639	369 €	1,42
<i>Tratamiento primario</i>	-	-	-
<i>Tratamiento secundario</i>	88.832	9.003 €	34,65
<i>Tratamiento avanzado</i>	15.549	1.576 €	6,06
<i>Línea de lodos</i>	24.390	2.472 €	9,51
<i>Equipos auxiliares</i>	2.914	295 €	1,14



Consumo por proceso

1.8.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es la 3.0A con una potencia contratada de 27,7 kW para cada periodo, cuando la potencia media demandada supera los 33 kW. No se reciben penalizaciones por consumo de energía reactiva.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 95,90% al consumo total. El alumbrado supone un 3,54% del consumo.
- El principal consumo se da en el tratamiento secundario. Las agitadores consumen 88.832kWh/año, el 49,50% del consumo total. Las bombas DAC consumen el 12,17%.
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.

- No hay instalaciones de energía renovable para producción de energía.
- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes tubulares y halógenas en interiores y de vapor de sodio y halogenuros metálicos en exteriores), y hay varias unidades interiores averiadas.

1.8.5 Medidas de mejora propuestas

Medida	Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
		kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1 Optimización de la potencia contratada	Incremento de la potencia contratada a 31,17 kW, para evitar penalizaciones por exceso de demanda	0	221	160	0,72	0,00
2 Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	8.975	915	2.420	2,64	3,50
3 Empleo de tecnologías de iluminación eficientes	Sustitución de los equipos de iluminación actuales por tecnología LED	2.860	245	4.800	>15	1,12
4 Instalación de un agitador eficiente	Sustitución del agitador celpox actual por otro más eficiente	30.400	2.820	16.000	5,67	11,86
5 Instalación de Variadores de frecuencia en bombas DAC	Instalación de variadores de frecuencia en los motores de las bombas , que adapten el funcionamiento de los motores a las cargas requeridas.	4.200	360	1.500	4,17	1,64
6 Instalación de motores más eficientes	Se recomienda el cambio de motores con períodos de funcionamiento altos a motores más eficientes en caso de avería o fin de vida útil	440	40	1.000	>15	0,17
7 Instalación fotovoltaica	Instalación FV de 18kW para producción de electricidad para autoconsumo, manteniendo la conexión a la red	20.868	1.968	24.062	12,23	8,14
	TOTAL	67.743	6.569	49.942	7,60	26

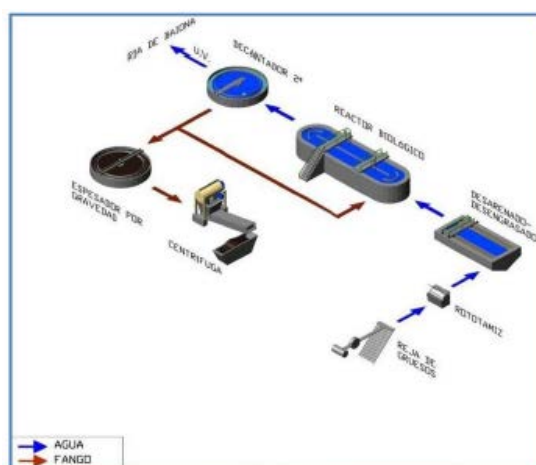
Ahorros conseguidos sobre la demanda total 37,75%
 el gasto total 36,12%

1.9 EDAR TOMIÑO

1.9.1 Descripción de la EDAR

Localización: Tomiño (Pontevedra-España)

Características principales: Depuradora biológica de fangos activados mediante el sistema de aereación prolongada, con un reactor biológico configurado como un canal de oxidación que posibilita la eliminación de nitrógeno por procedimientos biológicos y deshidratación de fangos mediante centrífuga. Desinfección mediante U.V.



Distribución de los procesos en la EDAR

Línea de agua: Bombeo de agua bruta, desbaste automático de gruesos y finos, medición de caudal y regulación de lo admitido a reactor, tratamiento biológico compuesto por canal de oxidación con eliminación simultánea de nitrógeno aireado mediante soplantes y decantador secundario, y finalmente desinfección de agua tratada mediante radiación U.V.

Línea de fangos: Espesamiento por gravedad en tanque circular con equipo barredor-concentrador cubierto y desodorizado, acondicionamiento con polielectrólito y posterior deshidratación mediante filtro banda, con almacenamiento en silo de 20 m³ de capacidad.

Características de diseño

Población equivalente de diseño	8.454 h.e.
Caudal medio de diseño	2.520 m ³ /d
Caudal punta de diseño	157,5 m ³ /d
Pretratamiento	Rejas y tamiz
Tratamiento primario	-
Tratamiento secundario	Fangos activados

Tratamiento avanzado	Eliminación de nutrientes (N) Desinfección por ultravioleta.
Línea de lodos	Tambor de espesado y filtro de banda.

Características de funcionamiento

Población equivalente real	9.431 h.e.
Caudal medio tratado	2.521 m ³ /d
Consumo energía	Electricidad
	319.872 kWh/año

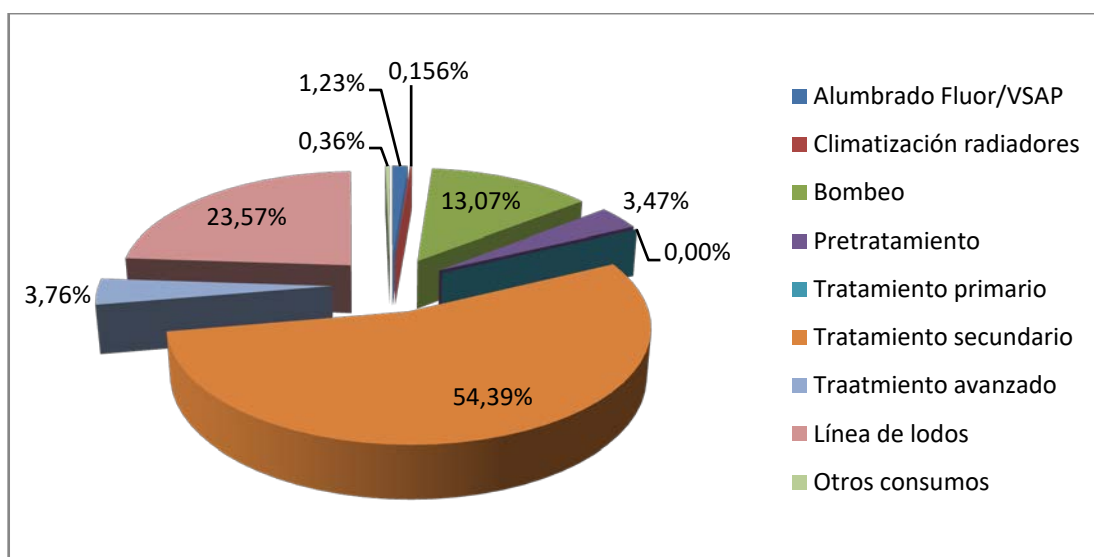
1.9.2 Suministro energético

Fuente	Electricidad. Red general
Tarifa de acceso	3.1A
Potencia contratada	125 kW
Toral Energía Activa	319.872 kWh/año
Factor potencia medio	1
Precio medio kWh activo	0,1210 €/kWh
Coste Total IVA excluido	38,720,51 €

1.9.3 Demanda de energía

Iluminación	En el interior: 4 proyectores HM 250W+fluorescentes. En el exterior: 9 VASP 100W+2 proyectores HM 250W Potencia instalada en iluminación 2,9kW No disponen de sistema de control encendido/apagado o luminosidad		
Climatización	Uso ocasional de radiadores eléctricos		
Equipos de proceso	98,61% consumo total Principales consumidores (kWh):		
	Soplantes biológicos	131.405	41,08 %
	Bombeo	36.537	11,42 %
	Circulador	25.733	8,04 %
	Equipo desinfección	12.019	3,76 %

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	319.872	38.719 €	124,75
Alumbrado	3.938	477 €	1,54
Climatización	500	61 €	0,20
Proceso	315.434	38.182 €	123,02
<i>Bombeo</i>	41.793	5.059 €	16,30
<i>Pretratamiento</i>	11.114	1.345 €	4,33
<i>Tratamiento primario</i>	-	-	-
<i>Tratamiento secundario</i>	173.978	21.059 €	67,85
<i>Tratamiento avanzado</i>	12.019	1.455 €	4,69
<i>Línea de lodos</i>	75.388	9.125 €	29,40
<i>Equipos auxiliares</i>	1.142	138 €	0,45



Consumo por proceso

1.9.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es la 3.1A con una potencia contratada de 125kW en cada uno de los tres periodos. No se reciben penalizaciones por consumo de energía reactiva o excesos de potencia. La potencia media demandada no supera los 77kW.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 98,61% al consumo total.
- El principal consumo se debe al tratamiento secundario, que supone el 54,39% del consumo, debido fundamentalmente al funcionamiento de las soplantes.
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.
- No hay instalaciones de energía renovable para producción de energía.

- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes y halógenas en interiores y de vapor de sodio y halogenuros metálicos en exteriores)

1.9.5 Medidas de mejora propuestas

Medida	Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
		kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1 Negociación del precio de la energía activa	Solicitud de ofertas a diversas comercializadoras para ajustar precio de la energía activa	-	3.130	250	0,08	-
2 Optimización de la potencia contratada	Disminución de la potencia contratada a 85 kW, para ajustar a la demanda	-	1.858	20	0,01	-
3 Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	15.994	1.690	2.420	1,43	6,24
4 Empleo de tecnologías de iluminación eficientes	Sustitución de los equipos de iluminación actuales por tecnología LED	1.705	175	1.850	10,57	0,66
5 Cambio de soplantes por tecnologías más eficientes	Se recomienda la sustitución de las soplantes de émbolo por soplantes de tornillo, con una eficiencia 8-16% superior.	21.100	2.505	21.000	8,38	8,23
6 Limpieza de difusores y circuito de aireación del reactor biológico	Se recomienda una limpieza química con ácido fórmico acompañada de limpieza mecánica de los colectores, con lo que se espera conseguir ahorros energéticos entre el 3% al 12%.	9.150	775	250	0,32	3,57
7 Instalación de Variadores de frecuencia en bombas	Instalación de variadores de frecuencia en los motores de las bombas pequeñas , que adapten el funcionamiento de los motores a las cargas requeridas.	7.175	610	6.500	10,66	2,80
8 Instalación de motores más eficientes	Se recomienda el cambio de motores con períodos de funcionamiento altos a motores más eficientes en caso de avería o fin de vida útil	1.265	105	1.200	11,43	0,49
9 Instalación fotovoltaica	Instalación FV de 25kW para producción de electricidad para autoconsumo, manteniendo la conexión a la red	33.645	2.800	29.095	10,39	13,12
	TOTAL	90.034	13.648	62.585	4,59	35,11

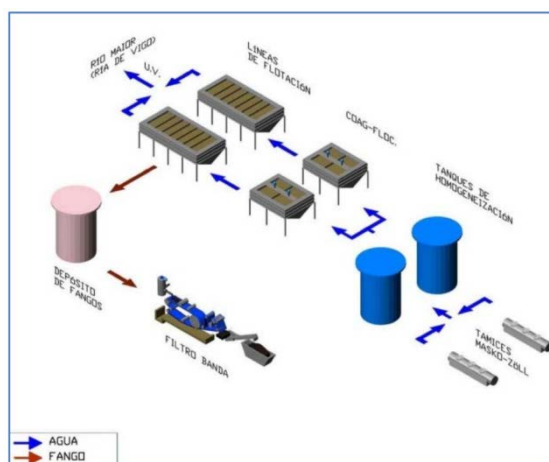
Ahorros conseguidos sobre la demanda total 15,81%
 el gasto total 11,84%

1.10 EDAR VILABOA

1.10.1 Descripción de la EDAR

Localización: Vilaboa (Pontevedra-España)

Características principales: Tratamiento físico-químico con flotación del fango mediante DAC y posterior deshidratación de fangos, mediante filtro banda. Desinfección mediante rayos U.V.



Distribución de los procesos en la EDAR

Línea de agua: Pozo de gruesos, bombeo de agua bruta, desbaste de finos mediante tamiz Masko-Zoll, homogeneización del agua pretratada, tratamiento físico-químico en cámaras de floculación y tanques de flotación y desinfección da agua tratada mediante rayos UVA.

Línea de fangos: Retirada mediante barredoras de la superficie de los tanques, escurrido en mesa inclinada, bombeo a silo de fangos donde son espesados por gravedad, deshidratación en filtro banda y estabilización mediante la adición de cal.

Características de diseño

Población equivalente de diseño	3.032 h.e.
Caudal medio de diseño	912 m ³ /d
Caudal punta de diseño	91 m ³ /d
Pretratamiento	Tamices Masko-Zoll y tanque homogeneización
Tratamiento primario	Físico-Químico
Tratamiento secundario	-
Tratamiento avanzado	Desinfección por Ultravioleta.
Línea de lodos	Espesador y filtro banda.

Características de funcionamiento

Población equivalente real	2.647 h.e.
Caudal medio tratado	1.189 m ³ /d
Consumo energía	Electricidad
	92.626 kWh/año

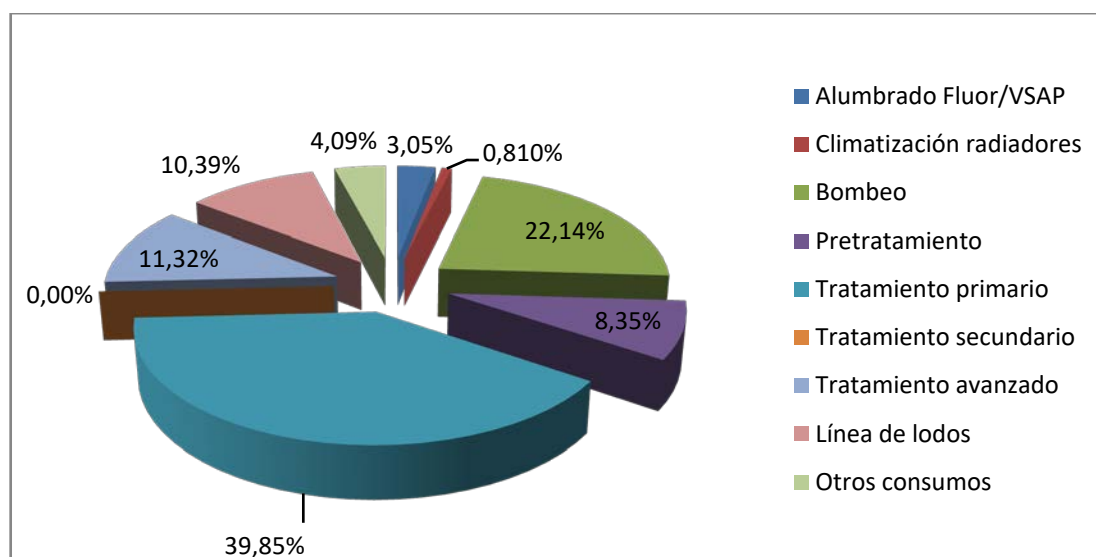
1.10.2 Suministro energético

Fuente	Electricidad. Red general
Tarifa de acceso	3.0A
Potencia contratada	P1:23 P2:25 P3:65 kW
Total Energía Activa	92.626 kWh/año
Factor potencia medio	1
Precio medio kWh activo	0,10704 €/kWh
Coste Total IVA excluido	9.915 €

1.10.3 Demanda de energía

Iluminación	En el interior: 15 fluorescentes.		
	Potencia instalada en iluminación 1,35 kW		
	No disponen de sistema de control encendido/apagado o luminosidad		
Climatización	Uso ocasional de radiadores eléctricos		
Equipos de proceso	96,14% consumo total		
	Principales consumidores (kWh):		
	Bombas DAC	24.944	26,93 %
	Bombas cabecera	20.510	22,14 %
	Desinfección UV	10.486	11,32 %
	Bombas DAC	24.944	26,93 %

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	92.626	9.915 €	36,13
Alumbrado	2.827	303 €	1,10
Climatización	750	80 €	0,29
Proceso	89.049	9.532 €	34,73
<i>Bombeo</i>	20.510	2.195 €	8,00
<i>Pretratamiento</i>	7.738	828 €	3,02
<i>Tratamiento primario</i>	36.909	3.951 €	14,39
<i>Tratamiento secundario</i>		- €	0,00
<i>Tratamiento avanzado</i>	10.486	1.122 €	4,09
<i>Línea de lodos</i>	9.622	1.030 €	3,75
<i>Equipos auxiliares</i>	3.784	405 €	1,48



Consumo por proceso

1.10.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es la 3.0A con una potencia contratada de 23/25/65 kW en cada uno de los tres periodos. No se reciben penalizaciones por consumo de energía reactiva o excesos de potencia. La potencia media demandada no supera los 25kW.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 96,14% al consumo total.
- El principal consumo se debe al tratamiento primario, que supone el 39,85% del consumo, debido fundamentalmente al funcionamiento de las bombas DAC. Las bombas DAC disponen de variadores. Los bombeos de cabecera suponen el 22,14% del consumo total.
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.

- No hay instalaciones de energía renovable para producción de energía.
- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes. en el interior, la iluminación es insuficiente, registrándose valores muy por debajo de los 300 lux recomendados.

1.10.5 Medidas de mejora propuestas

Medida	Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
		kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1 Optimización de la potencia contratada	Disminución de la potencia contratada a 31,17 kW, para ajustar a la demanda	-	435	20	0,05	0,00
2 Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	1.850	455	2.420	5,32	0,72
3 Empleo de tecnologías de iluminación eficientes	Sustitución de los equipos de iluminación actuales por tecnología LED e incremento de la iluminación interior	-	-	3.260	-	-
4 Instalación de motores más eficientes	Se recomienda el cambio de motores con períodos de funcionamiento altos a motores más eficientes en caso de avería o fin de vida útil	1.700	1.735	140	0,08	0,66
5 Variadores de frecuencia en tamices Masko Zoll	Instalación de variadores de frecuencia en los motores de los tamices, que adapten el funcionamiento de los motores a las cargas requeridas.	-	150	500	3,33	-
6 Instalación fotovoltaica	Instalación FV de 12kW para producción de electricidad para autoconsumo, manteniendo la conexión a la red	15.675	1.400	14.325	10,23	6,11
	TOTAL	19.225	4.175	20.665	4,95	7,50

Ahorros conseguidos sobre la demanda total 15,81%
 el gasto total 11,84%

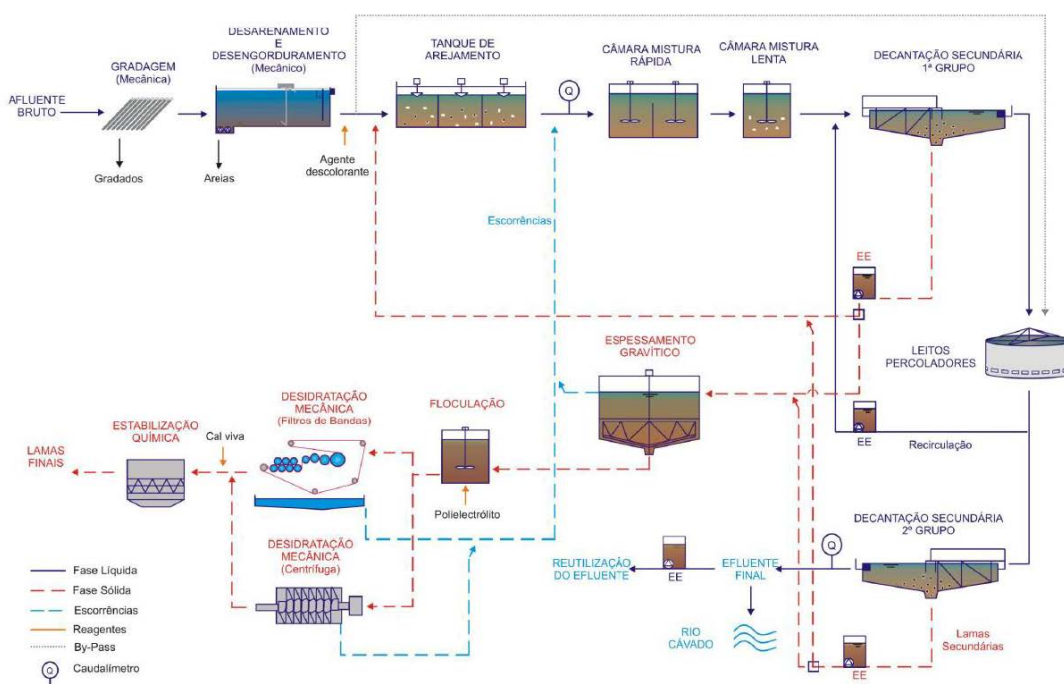
1.11 EDAR BARCELOS

1.11.1 Descripción de la EDAR

Localización: Barcelos (Portugal)

Características principales: Se efectúa el tratamiento de las aguas residuales a través de dos líneas de tratamiento idénticas, y el tratamiento de los lodos resultantes de la primera. Tras la entrada de agua bruta, se realiza el desbaste automático de gruesos y finos. El tratamiento secundario se realiza en un tanque de aireación (reactor biológico), paso por cámara de mezcla rápida y cámara de mezcla lenta, 1º grupo de decantador y lechos percoladores, seguidos de 2º grupo de decantador.

La siguiente figura muestra el diagrama de flujo del proceso de tratamiento utilizado en la depuradora de Barcelos.



Distribución de los procesos en la EDAR

Características de diseño

Población equivalente de diseño	133.250 h.e.
Caudal medio de diseño	19.000 m ³ /d
Caudal punta de diseño	- m ³ /d
Pretratamiento	Tamices y desarenado-desengrasado
Tratamiento primario	-

Tratamiento secundario	Lodos activos
Tratamiento avanzado	-
Línea de lodos	Espesador, deshidratación y estabilización química

Características de funcionamiento

Población equivalente real	9.431 h.e.
Caudal medio tratado	2.521 m ³ /d
Consumo energía	Electricidad
	319.872 kWh/año

1.11.2 Suministro energético

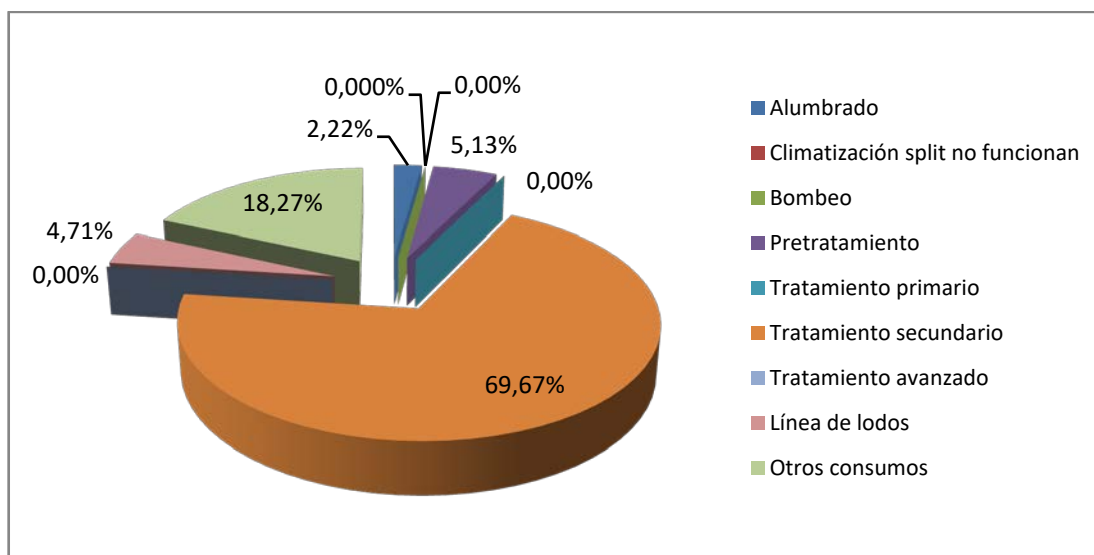
Fuente	Electricidad. Red general
Tarifa de acceso	3.1A
Potencia contratada	125 kW
Toral Energía Activa	319.872 kWh/año
Factor potencia medio	1
Precio medio kWh activo	0,1210 €/kWh
Coste Total IVA excluido	38,720,51 €

1.11.3 Demanda de energía

Iluminación	En el interior: 125 fluorescentes. En el exterior: LED		
	Potencia instalada en iluminación 7,51kW		
	No disponen de sistema de control encendido/apagado o luminosidad		
Climatización	-		
Equipos de proceso	98,61% consumo total		
	Principales consumidores (kWh):		
	Inyectores de oxígeno	124.750	39 %
	Bomba recirculación lodos	54.378	17 %

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	1.482.531	145.741 €	578,20
Alumbrado	32.894	3.234 €	12,83
Climatización	-	-	-
Proceso	1.178.764	115.879 €	459,73
	<i>Bombeo</i>	-	-
	<i>Pretratamiento</i>	76.017	7.473 €
	<i>Tratamiento primario</i>	0	-

<i>Tratamiento secundario</i>	1.032.919	101.542 €	402,85
<i>Tratamiento avanzado</i>	-	-	-
<i>Línea de lodos</i>	69.828	6.864 €	27,23
<i>Equipos auxiliares</i>	270.873	26.628 €	105,64



Consumo por proceso

1.11.4 Oportunidades de mejora detectadas

- El principal consumo de la planta es el oxígeno líquido, del que se consumen más de 2.244.530 kg/año.
- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es tetra horaria, con una potencia contratada de 292,95kW. No se reciben penalizaciones por consumo de energía reactiva o excesos de potencia. La potencia media demandada es de 177kW, con pequeñas variaciones mensuales.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 79,5% al consumo total.
- El principal consumo se debe al tratamiento secundario, que supone el 69,97% del consumo, debido fundamentalmente al funcionamiento de los inyectores de oxígeno.
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.
- No hay instalaciones de energía renovable para producción de energía.
- El sistema de iluminación interior está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes), aunque el exterior ya dispone de LED

1.11.5 Medidas de mejora propuestas

Medida	Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
		kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1 Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	14.825	1.457	5.621	3,86	5,78
2 Viabilidad de la cogeneración	Estudio de la potencial implantación de un proceso de digestión anaerobica de lodos y del proceso de cogeneración ¹	237.627	17.369	-	-	92,68
3 Instalación de motores más eficientes	Se recomienda el cambio de motores con períodos de funcionamiento altos a motores más eficientes en caso de avería o fin de vida útil	-	-	3.260	-	0,00
	TOTAL	252.452	18.826	8.881	-	98,46

Ahorros conseguidos sobre la demanda total 17,03%
 el gasto total 12,92%

¹ No se considera el gasto de la instalación.

1.12 EDAR CHAVES

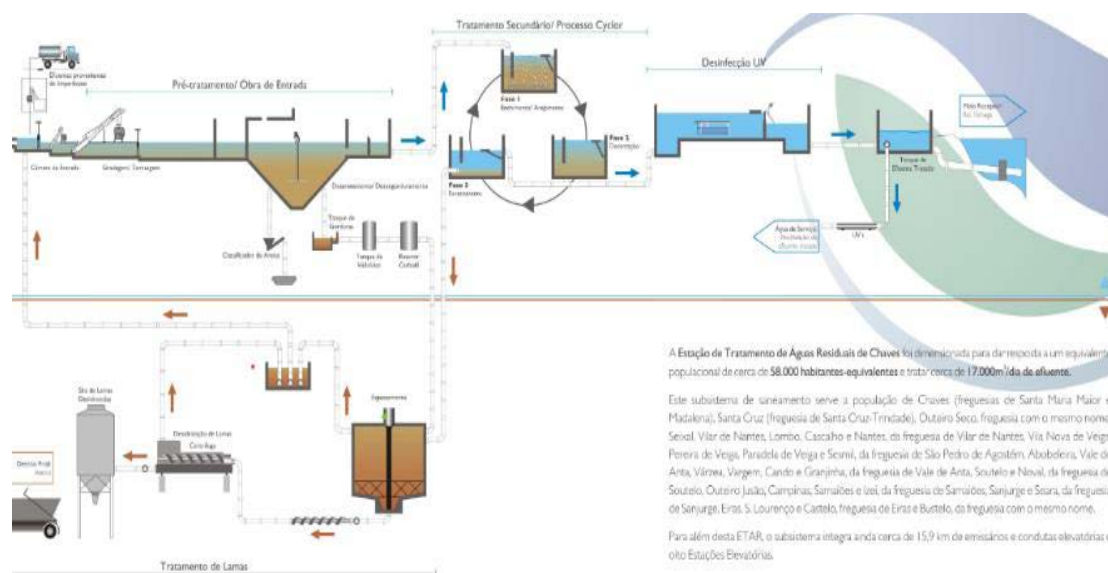
1.12.1 Descripción de la EDAR

Localización: Chaves (Portugal)

Características principales: Depuradora biológica de fangos activados efectúa el tratamiento de las aguas residuales, a través de un proceso Cyclor en el ámbito del tratamiento secundario. Posteriormente, el tratamiento envuelve también un proceso de desinfección por ultravioleta, antes de la descarga para el medio receptor.

Línea de agua: consiste en la circulación de agua por tres fases de tratamiento, secuencialmente relleno/aireación, decantación y deflación.

Línea de fangos: El tratamiento de la fase sólida consiste en una línea de tratamiento de fangos que engloba el espesamiento y la deshidratación de los fangos por medio de una centrífuga, finalizando con la deposición en el silo de los fangos deshidratados.



Distribución de los procesos en la EDAR

Características de diseño

Población equivalente de diseño	57.748 h.e.
Caudal medio de diseño	8.069 m ³ /d
Caudal punta de diseño	622 m ³ /d
Pretratamiento	Desarenado-desengrasado
Tratamiento primario	Tratamiento de grasas
Tratamiento secundario	Fangos activados
Tratamiento avanzado	Eliminación de nutrientes (Nitrógeno) Desinfección por Ultravioleta.
Línea de lodos	Espesador y centrífuga.

Características de funcionamiento

Población equivalente real	24.762	h.e.
Caudal medio tratado	7.041	m ³ /d
Consumo energía	Electricidad	
	769.671	kWh/año

1.12.2 Suministro Energético

Fuente	Electricidad. Red general
Tarifa de acceso	Tetra-horaria
Potencia contratada	465 kw
Total Energía Activa	769.671 kWh/año
Factor potencia medio	0,96
Precio medio kWh activo	0,1002 €/kWh
Coste Total IVA excluido	77.133 €

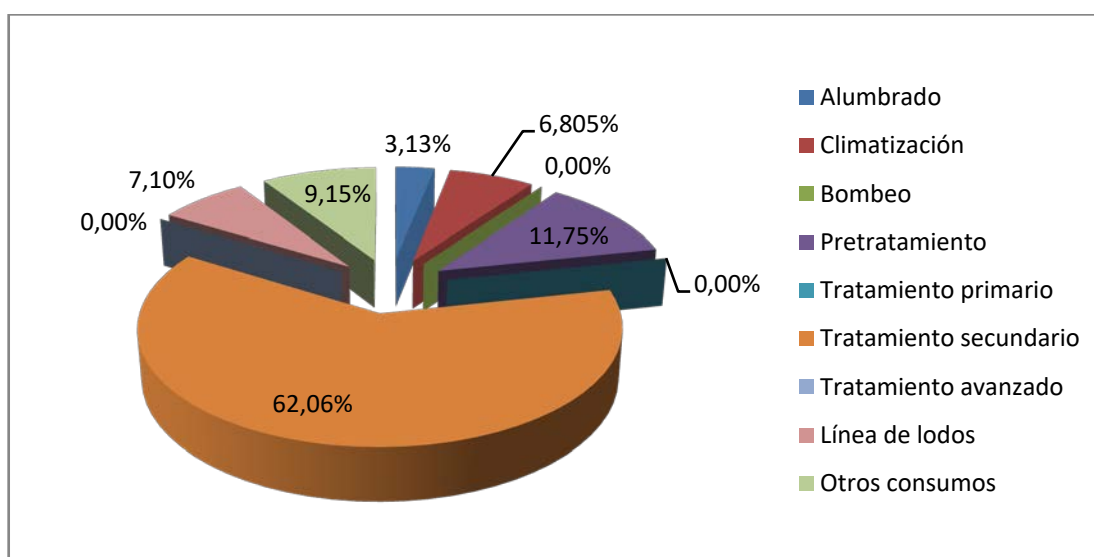
1.12.3 Demanda de energía

Iluminación En el interior de los edificios de explotación y almacenes la iluminación está compuesta por lámparas fluorescentes tubulares del tipo T8, de 58 W, con balastros asociados (56 unidades) y a través de lámparas fluorescentes compactas de 18 W (57 unidades). En el interior de los gabinetes son utilizadas 108 lámparas fluorescentes tubulares de 18 W, con balastros asociados. La iluminación exterior consiste en 2 lámparas de 150 W y 3 lámparas de 120 W. Potencia total instalada de 8,25 kW.

Climatización El sistema de climatización de la EDAR de Chaves está compuesto por una unidad exterior para enfriamiento y calentamiento y, en el interior, por varios equipamientos responsables por el enfriamiento de la sala de servidores, cobertura y por la climatización interior y ventilación de los espacios comunes de la instalación.

Equipos de proceso	90,06% consumo total		
	Principales consumidores:		
	Compresor	395.479	51,38 %
	Bombeo recirculación	78.683	10,22 %
	Centrífuga	44.458	5,78 %

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	769.671	77.133 €	300,18
Alumbrado	24.101	2.415	9,40
Climatización	52.373	5.249	20,43
Proceso	693.197	69.469 €	270,35
<i>Bombeo</i>	0	0 €	0
<i>Pretratamiento</i>	90.442	9.062 €	35,27
<i>Tratamiento primario</i>	0	0 €	0
<i>Tratamiento secundario</i>	477.679	47.871 €	186,30
<i>Tratamiento avanzado</i>	0	0 €	0
<i>Línea de lodos</i>	54.677	5.479 €	21,32
<i>Equipos auxiliares</i>	70.419	7.057 €	27,46



Consumo por proceso

1.12.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es tetra horaria, con una potencia contratada de 465kW. No se reciben penalizaciones por consumo de energía reactiva o excesos de potencia. La potencia media demandada es de 86kW, con pequeñas variaciones mensuales.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 90,06% al consumo total.
- El principal consumo se debe al tratamiento secundario, que supone el 62,1% del consumo, debido fundamentalmente al funcionamiento de los compresores de aireación (51,4%).
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.

- No hay instalaciones de energía renovable para producción de energía.
- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes)

1.12.5 Medidas de mejora propuestas

Medida	Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
		kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1 Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	-	-	-	-	-
2 Viabilidad de la cogeneración	Estudio de la potencial implantación de un proceso de digestión anaeróbica de lodos y del proceso de cogeneración	-	-	-	-	-
3 Instalación de bombas y motores más eficientes	Se recomienda el cambio de motores en períodos de funcionamiento altos a motores más eficientes en caso de avería/fin de vida útil	-	-	-	-	-

Características de funcionamiento

Población equivalente real	171.408 h.e.
Caudal medio tratado	23.858 m ³ /d
Consumo energía	Electricidad
	4.543.230 kWh/año

1.13.2 Suministro energético

Fuente	Electricidad. Red general
Tarifa de acceso	-
Potencia contratada	710 kW
Total Energía Activa	4.543,230 kWh/año
Factor potencia medio	1
Precio medio kWh activo	0,0938 €/kWh
Coste Total IVA excluido	426.026 €

1.13.3 Demanda de energía

Iluminación Lámparas fluorescentes T8 en interior y VSAP en exterior

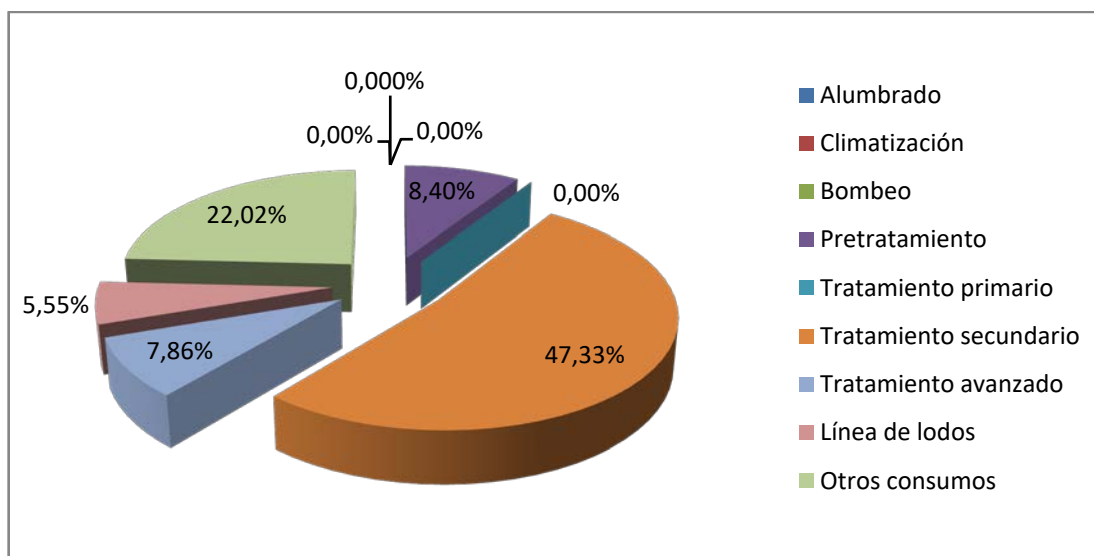
Climatización -

Equipos de proceso 100% consumo total

Principales consumidores:

Aireación (Compresor)	1.537.716	33,85 %
Desodorización	401.709	8,84 %
Desinfección UV	357.174	7,86 %

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	4.543.230	426.026	1.771,91
Alumbrado	0	0 €	0
Climatización	0	0 €	0
Proceso	4.543.230	426.026	1.771,91
<i>Bombeo</i>	0	0 €	0
<i>Pretratamiento</i>	381.587	35.782	148,52
<i>Tratamiento primario</i>	0	0 €	0
<i>Tratamiento secundario</i>	2.150.252	201.633 €	838,62
<i>Tratamiento avanzado</i>	357.174	33.493 €	139,30
<i>Línea de lodos</i>	251.984	23.629 €	98,28
<i>Otros consumos</i>	1.000.524	93.821 €	390,21
	401.709	37.669 €	



Consumo por proceso

1.13.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es tetra horaria, con una potencia contratada de 710kW. No se reciben penalizaciones por consumo de energía reactiva o excesos de potencia. La potencia media demandada es de 499kW, con pequeñas variaciones mensuales.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 100% al consumo total.
- El principal consumo se debe al tratamiento secundario, que supone el 47,33% del consumo. Otro consumo importante se concentra en Otros consumos, que incluye equipos auxiliares y desodorización.
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.
- La planta dispone de un motor de cogeneración que utiliza el biogás producido e 4 digestores anaerobios, produciendo calor para mantener la temperatura de los digestores. Esta instalación no está en funcionamiento por problemas mecánicos.
- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes)
- Está en desarrollo una instalación fotovoltaica de 450 kW.

1.13.5 Medidas de mejora propuestas

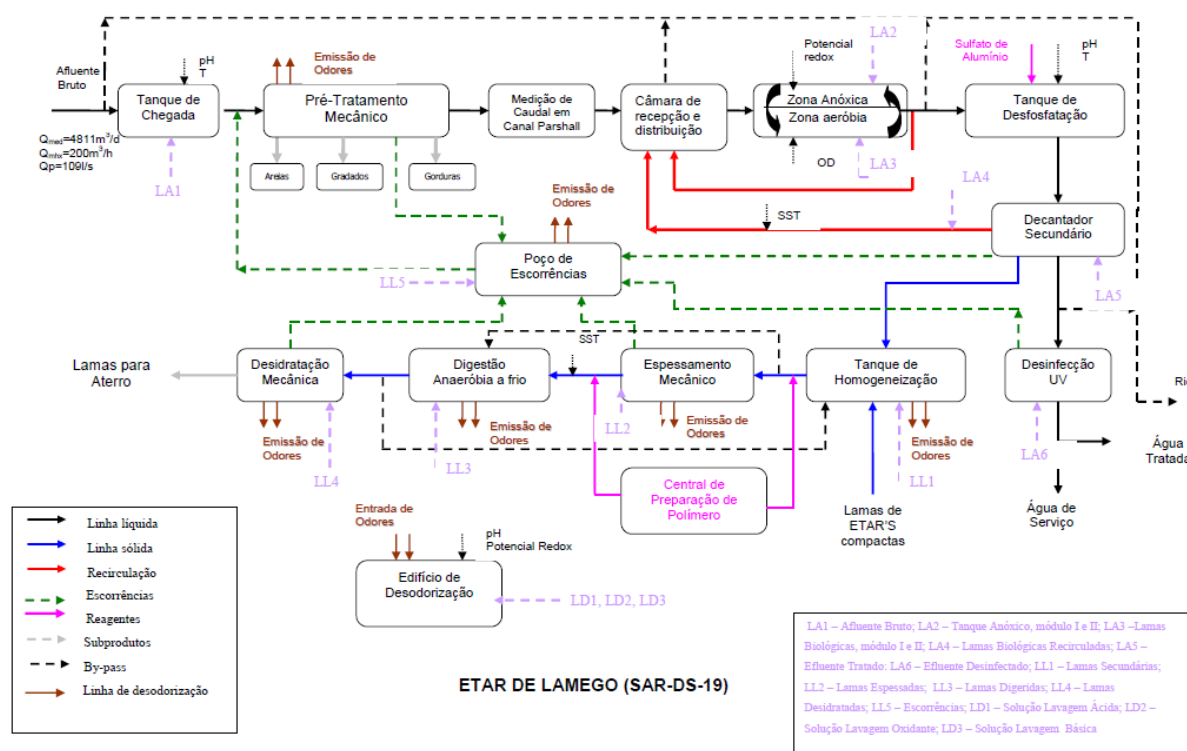
	Medida	Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
			kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1	Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	136.297	12.781	21.634	1,69	53,16
2	Instalación fotovoltaica	Instalación FV para producción de electricidad para autoconsumo, manteniendo la conexión a la red	-	-	-	-	-
3	Aprovechamiento de biometano	Estudio de la viabilidad de la transformación del biogás en biometano	-	-	-	-	-

1.14 EDAR LAMEGO

1.14.1 Descripción de la EDAR

Localización: Lamego (Portugal)

Características principales: De una forma genérica, la EDAR de Lamego efectúa el tratamiento de las aguas residuales, a través de tres líneas de tratamiento: agua residual, de lamas y de olores. La línea de tratamiento de agua residual se destaca por la utilización de tratamiento biológico del tipo de lamas activadas, operada en régimen de baja carga, a través de dos líneas de tratamiento idénticas y en dos etapas: la fase anóxica y la fase aireada. El efluente pasa aún por una etapa final que consiste en la precipitación de fósforo por vía química, siendo posteriormente encaminado para dos decantadores secundarios y una desinfección final por sistema de radiación ultravioleta. La línea de tratamiento de lamas envuelve la homogeneización y espesamiento, la digestión anaeróbica y la deshidratación. En el sistema de desodorización ocurre un triple lavado químico para tratar los olores producidos dentro de los edificios técnicos de explotación.



Distribución de los procesos en la EDAR

Características de diseño

Población equivalente de diseño	19.300	h.e.
Caudal medio de diseño	4.811	m ³ /d
Caudal punta de diseño	421	m ³ /d
Pretratamiento	Desarenado-desengrasado	
Tratamiento primario	Tratamiento grasas	
Tratamiento secundario	Fangos activadas	
Tratamiento avanzado	Eliminación de nutrientes (Fósforo y Nitrógeno)	
Línea de lodos	Desinfección por Ultravioleta.	
	Espesador, centrífuga y digestor anaeróbico.	

Características de funcionamiento

Población equivalente real	11.719	h.e.
Caudal medio tratado	1.764	m ³ /d
Consumo energía	Electricidad	
	763.529	kWh/año

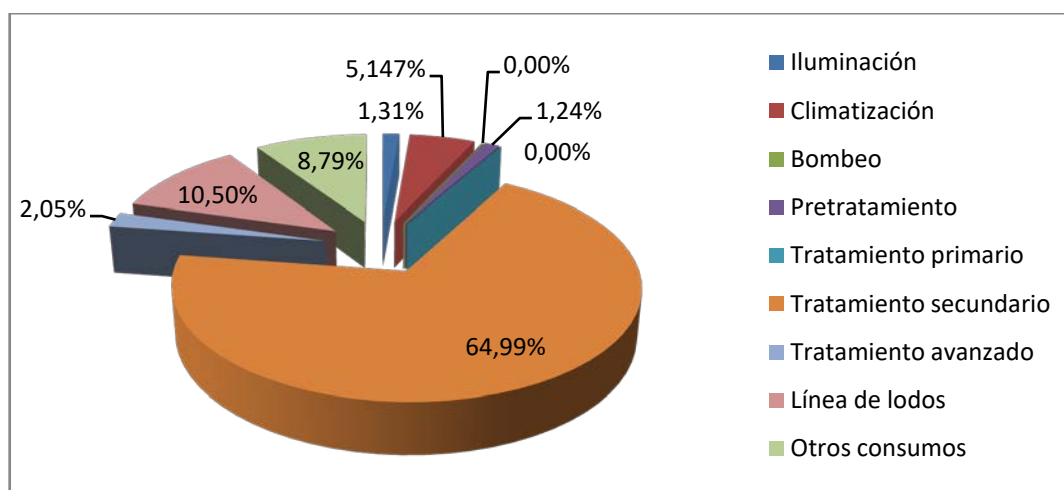
1.14.2 Suministro energético

Fuente	Electricidad. Red general	
Tarifa de acceso	-	
Potencia contratada	186	kw
Total Energía Activa	763.529	kWh/año
Factor potencia medio	0,92	
Precio medio kWh activo	0,0961	€/kWh
Coste Total IVA excluido	73.349	€

1.14.3 Demanda de energía

Iluminación	178 Lámparas fluorescentes T8 y 35 fluorescentes compactas en interior y 2 fluorescentes compactas en exterior. La potencia instalada es de 9,7 kW.		
Climatización	10 unidades SPLIT, con una potencia total de 13,5 kW		
Equipos de proceso	93,54 % consumo total Principales consumidores:		
	Compresor	292.327	38,29 %
	Agitadores	176.807	23,16 %
	Bomba recirculación	75.453	9,88 %

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	763.529	73.349	297,78
Iluminación	10.002	961 €	3,90
Climatización	39.302	3.776 €	15,33
Proceso	714.225	68.612 €	278,55
<i>Bombeo</i>	0	0 €	0
<i>Pretratamiento</i>	9.461	909 €	3,69
<i>Tratamiento primario</i>	0	0 €	0
<i>Tratamiento secundario</i>	496.236	47.671 €	193,54
<i>Tratamiento avanzado</i>	15.660	1.504 €	6,11
<i>Línea de lodos</i>	80.172	7.702 €	31,27
<i>Otros consumos</i>	67.125	6.448 €	26,18
<i>Desodorización</i>	45.571	4.378 €	



Consumo por proceso

1.14.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es tetra horaria, con una potencia contratada de 186kW. La potencia media demandada es de 88kW, con pequeñas variaciones mensuales.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 93,5% al consumo total.
- El principal consumo se debe al tratamiento secundario, que supone el 65% del consumo, debido fundamentalmente al funcionamiento de los compresores de aire. (38,3%)
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.
- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes)

1.14.5 Medidas de mejora propuestas

Medida	Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
		kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1 Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	-	-	-	-	-
2 Ajuste del funcionamiento de las soplantes	Instalación de variadores de frecuencia en soplantes y ajuste del funcionamiento para que se ajusten a las necesidades de O ₂ o a los períodos más económicos	-	-	-	-	-
3 Mejora de la ventilación natural	Montaje de estructuras que faciliten la aireación natural de los espacios	-	-	-	-	-
4 División de espacios de desodorización	Compartimentación de los espacios afectados por el proceso de desodorización	-	-	-	-	-
4 Instalación fotovoltaica	Estudio de viabilidad de una instalación FV para producción de electricidad para autoconsumo, manteniendo la conexión a la red	-	-	-	-	-

1.15 EDAR PENICES

1.15.1 Descripción de la EDAR

Localización: Penices (Portugal)

Características principales: De una forma genérica, la EDAR de Penices efectúa el tratamiento de las aguas residuales, a través de dos líneas paralelas de tratamiento y fase líquida y tratamiento de fangos resultantes de la primera. En el proceso de tratamiento biológico se utilizan dos líneas idénticas, con fangos activados con aireación prolongado en canales de oxidación y posteriormente la decantación secundaria. La fase sólida envuelve la utilización de deshidratador mecánico tipo tambor para espesamiento, deshidratación a través de centrífuga de alto rendimiento y el almacenamiento en silo.

Características de diseño

Población equivalente de diseño	32.404 h.e.
Caudal medio de diseño	3.214 m ³ /d
Caudal punta de diseño	355 m ³ /d
Pretratamiento	Triturador mecánico, rototamices y desarenado-desengrasado
Tratamiento primario	-
Tratamiento secundario	Fangos activados
Tratamiento avanzado	-
Línea de lodos	Espesador y deshidratación.

Características de funcionamiento

Población equivalente real	19.106 h.e.
Caudal medio tratado	2.363 m ³ /d
Consumo energía	Electricidad
	814.322 kWh/año

1.15.2 Suministro energético

Fuente	Electricidad. Red general
Tarifa de acceso	-
Potencia contratada	292,95 kW
Total Energía Activa	814.322 kWh/año
Factor potencia medio	0,95
Precio medio kWh activo	0,0981 €/kWh
Coste Total IVA excluido	79.895 €

1.15.3 Demanda de energía

Iluminación

En el interior del edificio de explotación hay 15 unidades de lámparas fluorescentes tubulares del tipo T8, de 36 W, con balastos ferromagnéticos. En el interior del edificio industrial dedicado a la línea de fangos, hay 14 lámparas de halogenuros metálicos, de 75 W, con balastos ferromagnéticos.

En el edificio de la estación elevadora, hay 2 lámparas de halogenuros metálicos, de 75 W, con balastos ferromagnéticos, y a través de un proyector de 250 W. Los restantes edificios cuentan con lámparas de halogenuros metálicos, de 75 W, con balastos ferromagnéticos (8 unidades) y lámparas fluorescentes compactas de 18 W (6 unidades).

Climatización

Unidades Split desactivados

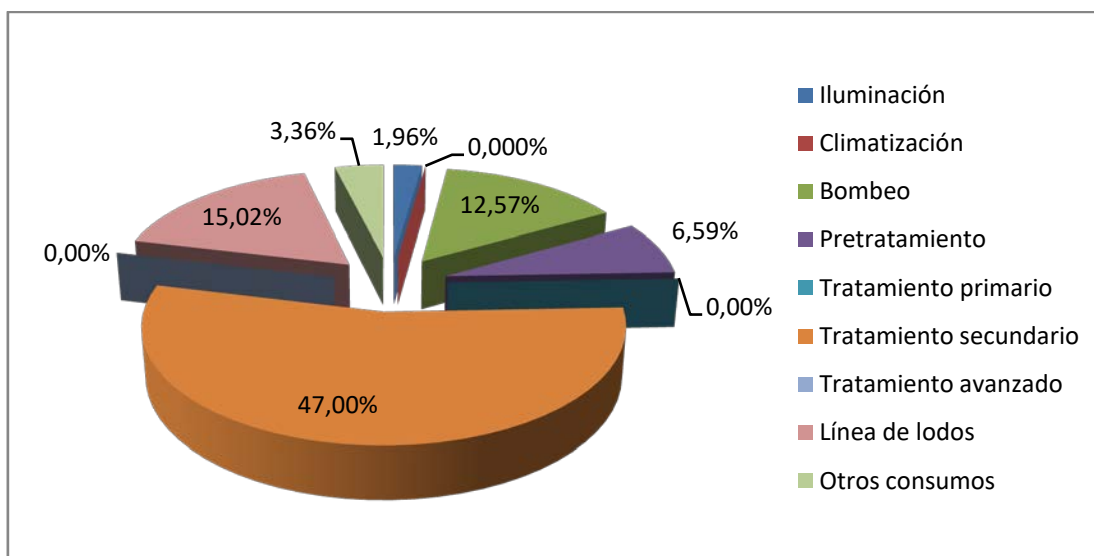
Equipos de proceso

98,04 % consumo total

Principales consumidores:

Compresor (aireación)	242.559	29,79 %
Bombeo cabecera	69.878	8,58 %
Agitador	75.481	9,27 %

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	814.322	79.895 €	317,59
Iluminación	15.955	1.565 €	6,22
Climatización	-	-	0
Proceso	798.367	78.329 €	311,37
<i>Bombeo</i>	<i>102.321</i>	<i>10.039 €</i>	<i>39,91</i>
<i>Pretratamiento</i>	<i>53.685</i>	<i>5.267 €</i>	<i>20,94</i>
<i>Tratamiento primario</i>	<i>0</i>	<i>0 €</i>	<i>0</i>
<i>Tratamiento secundario</i>	<i>382.746</i>	<i>37.552 €</i>	<i>149,27</i>
<i>Tratamiento avanzado</i>	<i>0</i>	<i>0 €</i>	<i>0</i>
<i>Línea de lodos</i>	<i>122.327</i>	<i>12.002 €</i>	<i>47,71</i>
<i>Otros consumos</i>	<i>27.352</i>	<i>2.684 €</i>	<i>10,67</i>
<i>Desodorización</i>	<i>109.936</i>	<i>10.786 €</i>	<i>42,88</i>



Consumo por proceso

1.15.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es tetra horaria, con una potencia contratada de 292,95kW. La potencia media demandada es de 100kW, con pequeñas variaciones mensuales.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 98% al consumo total.
- El principal consumo se debe al tratamiento secundario, que supone el 47% del consumo, debido fundamentalmente al funcionamiento de los rotores de aireación. (29,8%)
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.
- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes)

1.15.5 Medidas de mejora propuestas

Medida		Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
			kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1	Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	-	-	-	-	-
2	Sustitución de difusores	Sustitución de difusores de burbuja gruesa por difusores de burbuja fina	-	-	-	-	-
3	Instalación de tamices ante del bombeo de elevación	Instalación de tamices ante del bombeo de elevación para eliminar los materiales más gruesos	-	-	-	-	-

4	Ajuste del funcionamiento de las soplantes	Instalación de variadores de frecuencia en soplantes y ajuste del funcionamiento para que se ajusten a las necesidades de O ₂ o a los períodos más económicos	-	-	-	-	-
5	Control avanzado del proceso de aireación	Automatización del proceso de aireación, manteniendo la concentración de Oxígeno Disuelto en el rango óptimo de funcionamiento	-	-	-	-	-
6	Mejora de la ventilación natural	Montaje de estructuras que faciliten la aireación natural de los espacios	-	-	-	-	-
7	División de espacios de desodorización	Compartimentación de los espacios afectados por el proceso de desodorización	-	-	-	-	-
8	Variadores de frecuencia en las bombas	Instalación de Variadores de frecuencia en las bombas de recirculación de lodos	-	-	-	-	-
9	Mejora en la producción de lodos	Adicción de polímeros líquidos los lodos para favorecer su aglomeración	-	-	-	-	-
10	Instalación fotovoltaica	Estudio de viabilidad de una instalación FV para producción de electricidad para autoconsumo, manteniendo la conexión a la red	-	-	-	-	-

1.16 EDAR PONTE DA BAIA

1.16.1 Descripción de la EDAR

Localización: Ponte da Baia (Portugal)

Características principales: De una forma genérica, la EDAR de Ponte da Baia efectúa el tratamiento de las aguas residuales, a través de fangos activados, y el tratamiento de los fangos resultantes de la primera. En el tratamiento de aguas residuales ocurre el pasaje del agua por decantadores primarios previamente al tratamiento secundario, donde se utilizan tanques anaerobios y tanques de enfriamiento. Se destaca aún el tratamiento terciario con desinfección y remoción de N y P. El tratamiento de fangos se destaca por presentar cogeneración, a través del aprovechamiento de biogás producido en el digestor, siendo utilizado para calentamiento y para la producción de electricidad en un grupo generador.

Características de diseño

Población equivalente de diseño	45.127 h.e.
Caudal medio de diseño	5.943 m ³ /d
Caudal punta de diseño	441 m ³ /d
Pretratamiento	Rotatamices, desarenado-desengrasado
Tratamiento primario	Decantación primaria
Tratamiento secundario	Fangos activados
Tratamiento avanzado	Eliminación de nutrientes (N y P) Desinfección U.V.
Línea de fangos	Espesador, centrífuga, digestión de fangos y aprovechamiento energético biogás

Características de funcionamiento

Población equivalente real	23.347 h.e.
Caudal medio tratado	4.126 m ³ /d
Consumo energía	Electricidad 1.381.154 kWh/año

1.16.2 Suministro energético

Fuente	Electricidad. Red general
Tarifa de acceso	-
Potencia contratada	372 kw
Total Energía Activa	1.171.680 kWh/año
Factor potencia medio	0,96
Precio medio kWh activo	0,0906 €/kWh
Coste Total IVA excluido	106.137 €

1.16.3 Demanda de energía

Iluminación

En el interior del edificio de explotación, la iluminación consta de lámparas fluorescentes tubulares del tipo T5, de 14 W (152 unidades) y lámparas PLC fluorescentes compactas de 18 W (24 unidades). El edificio de tratamiento primario se ilumina con lámparas fluorescentes tubulares del tipo T5, de 54 W (79 unidades) y por focos de halogenuros metálicos, de 150 W (2 unidades). El edificio de deshidratación es iluminado por lámparas fluorescentes del tipo T5, de 54 W (116 unidades) y por lámparas PLC fluorescentes compactas de 18 W (32 unidades);

La iluminación exterior está compuesta por 24 lámparas de 18 W, postes de iluminación con lámparas de 80 W (30 unidades) y focos de halogenuros metálicos, de 400 W (8 unidades).

Climatización

El sistema de climatización de la EDAR de Ponte da Baia se compone por una unidad para enfriamiento y calentamiento del edificio de explotación y cuatro unidades distribuidas por los balnearios y por las salas de cuadros eléctricos de la etapa de tratamiento primario y de tratamiento secundario.

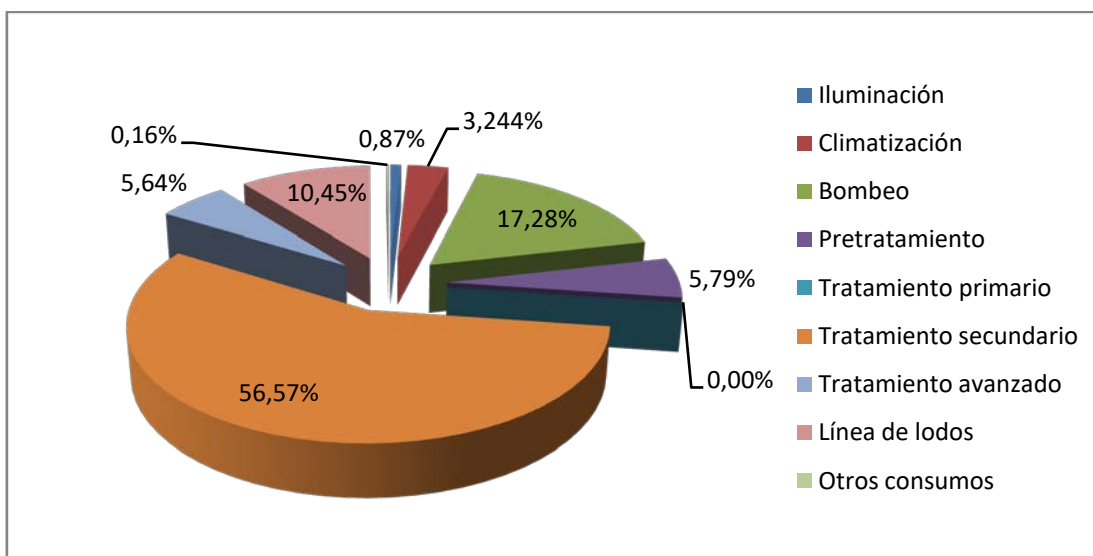
Equipos de proceso

95,89 % consumo total

Principales consumidores:

Compresor	649.618	55,44%
Bomba recirculación fangos	90.325	7,71 %
Bombeo cabecera	238.675	20,37 %

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	1.381.154	106.137 €	538,66
Iluminación	11.986	921 €	4,67
Climatización	44.807	3.443 €	17,48
Proceso	1.324.361	101.772 €	516,51
<i>Bombeo</i>	238.675	18.341 €	93,09
<i>Pretratamiento</i>	79.969	6.145 €	31,19
<i>Tratamiento primario</i>	0	0 €	0
<i>Tratamiento secundario</i>	781.289	60.039 €	304,71
<i>Tratamiento avanzado</i>	77.836	5.981 €	30,36
<i>Línea de lodos</i>	144.322	11.091 €	56,29
<i>Otros consumos</i>	2.270	174 €	0,89
<i>Desodorización</i>	0	0 €	



Consumo por proceso

1.16.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es tetra horaria, con una potencia contratada de 372kW. La potencia media demandada es de 87kW, con pequeñas variaciones mensuales.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 95,9% al consumo total.
- El principal consumo se debe al tratamiento secundario, que supone el 56,6% del consumo, debido fundamentalmente al funcionamiento de los rotores de aireación. (47%)
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.
- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes)

1.16.5 Medidas de mejora propuestas

	Medida	Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
			kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1	Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	-	-	-	-	-
2	Sustitución de bomba de recirculación de lodos	Sustitución de bomba de recirculación de lodos actuales, sobredimensionadas para los requisitos reales	-	-	-	-	-

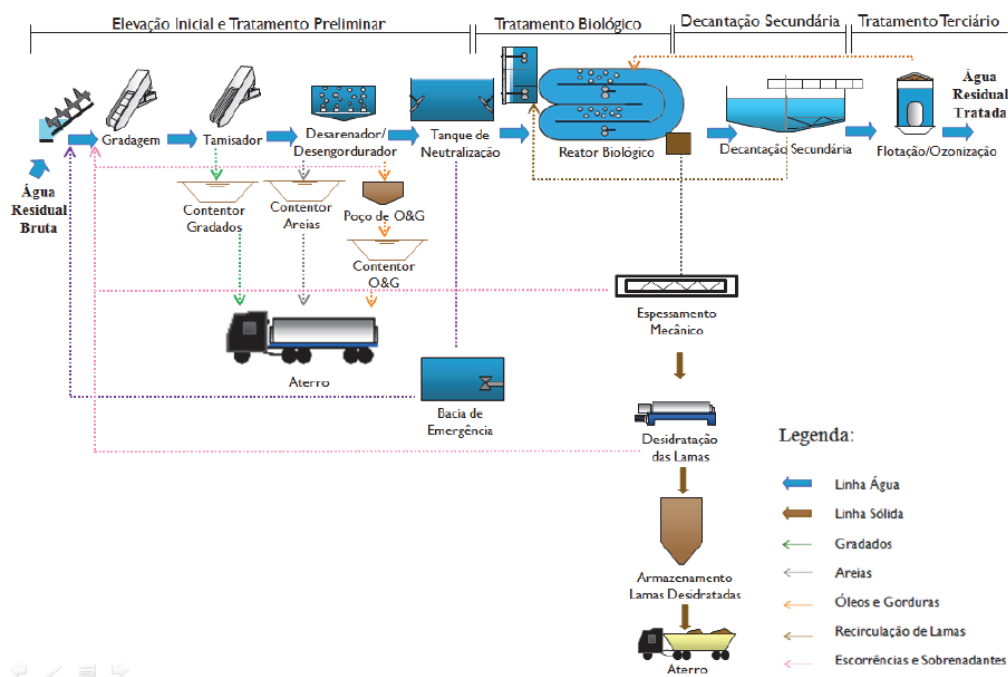
3	Sustitución de sondas	Sustitución de las sondas de amoníaco existentes y estudio de viabilidad de sustitución del actual sistema de control de la aireación	-	-	-	-	-
4	Ajuste del funcionamiento de las soplantes	Instalación de variadores de frecuencia en soplantes y ajuste del funcionamiento para que se ajusten a las necesidades de O ₂ o a los períodos más económicos	-	-	-	-	-
5	Mejora en la producción de lodos	Adicción de polímeros líquidos los lodos para favorecer su aglomeración	-	-	-	-	-
6	Instalación fotovoltaica	Estudio de viabilidad de una instalación FV para producción de electricidad para autoconsumo, manteniendo la conexión a la red	-	-	-	-	-

1.17 EDAR SERZEDO

1.17.1 Descripción de la EDAR

Localización: Serzedo (Portugal)

Características principales: la EDAR de Serzedo efectúa el tratamiento de las aguas residuales, a través de un tratamiento secundario que se caracteriza por presentar zonas anóxicas y zonas aireadas en serie y con encaminamiento del agua para los decantadores. Seguidamente se efectúa un tratamiento terciario de flotación y ozonización. La línea de lamas envuelve el espesamiento, deshidratación y almacenamiento de las lamas deshidratadas.



Distribución de los procesos en la EDAR

Características de diseño

Población equivalente de diseño	97.196 h.e.
Caudal medio de diseño	13.772 m ³ /d
Caudal punta de diseño	987 m ³ /d
Pretratamiento	Rotatamices, desarenado-desengrasado
Tratamiento primario	-
Tratamiento secundario	Fangos activados
Tratamiento avanzado	Flotación, ozonización y decantación.
Línea de fangos	Espesador, centrífuga y silos

Características de funcionamiento

Población equivalente real	41.297	h.e.
Caudal medio tratado	6.962	m ³ /d
Consumo energía	Electricidad	
	2.875.507	kWh/año

1.17.2 Suministro energético

Fuente	Electricidad. Red general
Tarifa de acceso	-
Potencia contratada	581,25-644 kW
Total Energía Activa	2.987.507 kWh/año
Factor potencia medio	0,95
Precio medio kWh activo	0,0947 €/kWh
Coste Total IVA excluido	272.449 €

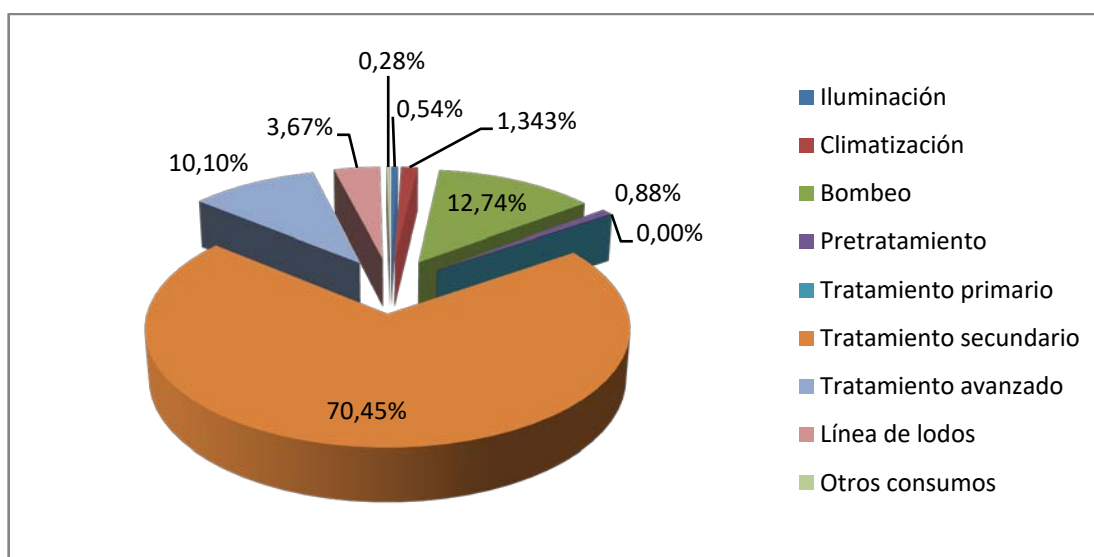
1.17.3 Demanda de energía

Iluminación En el interior del edificio de explotación hay lámparas LED, de 4 W (1 unidad), de 24 W (8 unidades) y de 18 W (17 unidades), y lámparas fluorescentes de 8 W (3 unidades) y de 36 W (53 unidades), con balastos ferromagnéticos. Los restantes edificios son iluminados a través de lámparas fluorescentes de 8 W (9 unidades), 36 W (1 unidad), 50 W (7 unidades) y 54 W (46 unidades), y aún por 8 lámparas LED de 50 W; La potencia total instalada en iluminación es de 6,3 Kw.

Climatización La climatización está compuesta por 7 unidades Split que dan tanto frío como calor. La potencia total instalada es de 7,15 kW

Equipos de proceso	98,12 % consumo total		
	Principales consumidores:		
	Aireación (Compresor)	945.287	32,87%
	Ozonizador	186.719	6,49 %
	Bombeo cabecera	373.452	12,99 %

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	2.875.507	272.449 €	1.121,48
Iluminación	15.524	1.471 €	6,05
Climatización	38.607	3.658 €	15,00
Proceso	2.821.376	267.320	1.100,36
<i>Bombeo</i>	<i>366.421</i>	<i>34.718 €</i>	<i>142,91</i>
<i>Pretratamiento</i>	<i>25.221</i>	<i>2.390 €</i>	<i>9,84</i>
<i>Tratamiento primario</i>	<i>0</i>	<i>0 €</i>	<i>0</i>
<i>Tratamiento secundario</i>	<i>2.025.813</i>	<i>191.942 €</i>	<i>790,09</i>
<i>Tratamiento avanzado</i>	<i>290.304</i>	<i>27.506 €</i>	<i>113,22</i>
<i>Línea de lodos</i>	<i>105.423</i>	<i>9.989 €</i>	<i>41,12</i>
<i>Otros consumos</i>	<i>8.194</i>	<i>776 €</i>	<i>3,20</i>
<i>Desodorización</i>	<i>0</i>	<i>0 €</i>	



Consumo por proceso

1.17.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es tetra horaria, con una potencia contratada de 644kW. La potencia media demandada es de 315kW, con pequeñas variaciones mensuales.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 98,1% al consumo total.
- El principal consumo se debe al tratamiento secundario, que supone el 70,5% del consumo, debido fundamentalmente al funcionamiento de los compresores de aireación. (32,9%)
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.

- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes)
- La planta dispone de un motor de cogeneración que utiliza el biogás producido para obtener calor para mantener la temperatura de los digestores.

1.17.5 Medidas de mejora propuestas

Medida		Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
			kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1	Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	-	-	-	-	-
2	Sustitución de inyectores de O ₃	Sustitución de los inyectores de Ozono del tratamiento 3ª por fin de su vida útil.	-	-	-	-	-
3	Cambio de ventiladores por tecnologías más eficientes	Sustitución de los actuales ventiladores de aireación por motores más eficientes y de mayor potencia	-	-	-	-	-
4	Sustitución de difusores	Sustitución de difusores de burbuja gruesa por difusores de burbuja fina	-	-	-	-	-
5	Instalación fotovoltaica	Estudio de viabilidad de una instalación FV para producción de electricidad para autoconsumo, manteniendo la conexión a la red	-	-	-	-	-

Tratamiento avanzado	Desinfección por Ultravioleta.
Línea de lodos	Espesador y deshidratación.

Características de funcionamiento

Población equivalente real	145.288	h.e.
Caudal medio tratado	34.099	m ³ /d
Consumo energía	Electricidad	
	11.405.659	kWh/año

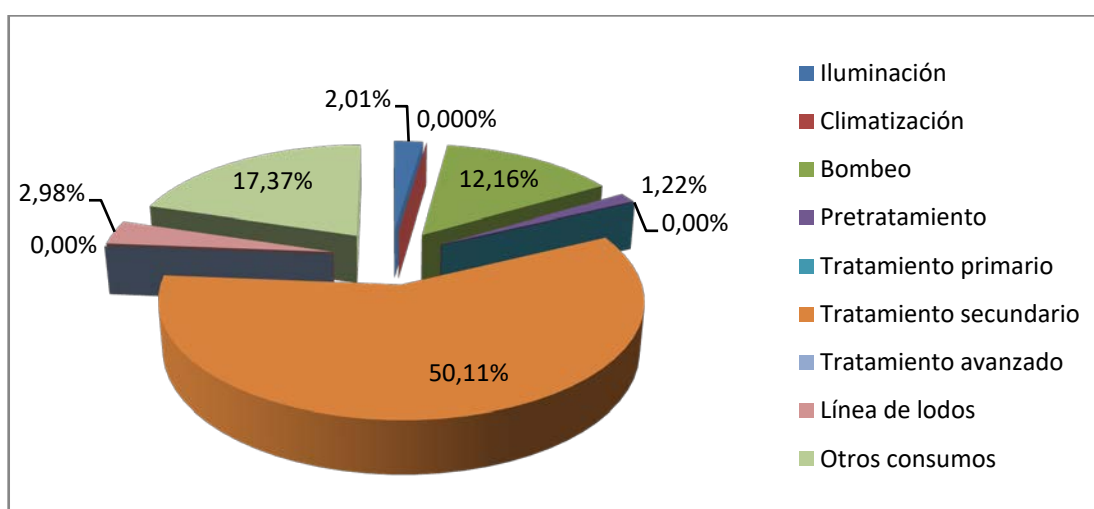
1.18.2 Suministro energético

Fuente	Electricidad. Red general
Tarifa de acceso	-
Potencia contratada	372 kw
Total Energía Activa	11.405.659 kWh/año
Factor potencia medio	0,95
Precio medio kWh activo	0,1005 €/kWh
Coste Total IVA excluido	1.146.035 €

1.18.3 Demanda de energía

Iluminación	Iluminación interior se compone por lámparas fluorescentes tubulares T8 (18, 36 e 58W), con balastros electromagnéticos, lámparas compactas de 13 W y lámparas de descarga de alta presión (250 y 400W). 24,3 Kw de potencia media en iluminación	
Climatización	El sistema de climatización está compuesta por unidades de tratamiento de aire, actualmente sólo se encuentra a funcionar el sistema de calentamiento de estos equipamientos. La potencia térmica de calentamiento instalada podría alcanzar los 261 kW.	
Equipos de proceso	97,99 % consumo total Principales consumidores:	
	Compresor (aireación)	3.528.726 30,94 %
	Bomba circulación fangos	1.775.899 15,57 %
	Bombeo cabecera	1.387.423 12,16 %

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	11.405.659	1.146.035 €	4.448,32
Iluminación	229.132	23.032 €	89,36
Climatización	0	0 €	0
Proceso	11.176.527	1.123.012 €	4.358,96
<i>Bombeo</i>	<i>1.387.423</i>	<i>139.408 €</i>	<i>541,11</i>
<i>Pretratamiento</i>	<i>139.015</i>	<i>13.968 €</i>	<i>54,22</i>
<i>Tratamiento primario</i>	<i>0</i>	<i>0 €</i>	<i>0</i>
<i>Tratamiento secundario</i>	<i>5.715.141</i>	<i>574.254 €</i>	<i>2.228,96</i>
<i>Tratamiento avanzado</i>	<i>0</i>	<i>0 €</i>	<i>0</i>
<i>Línea de lodos</i>	<i>340.069</i>	<i>34.170 €</i>	<i>132,63</i>
<i>Otros consumos</i>	<i>1.981.133</i>	<i>199.063 €</i>	<i>772,66</i>
<i>Desodorización</i>	<i>1.613.746</i>	<i>162,148</i>	



Consumo por proceso

1.18.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es tetra horaria, con una potencia contratada de 2.511kW. La potencia media demandada es de 1.172kW, con pequeñas variaciones mensuales.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 97% al consumo total.
- El principal consumo se debe al tratamiento secundario, que supone el 50,11% del consumo, debido fundamentalmente al funcionamiento de los ventiladores de aireación. (30%)
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.
- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes)

1.18.5 Medidas de mejora propuestas

Medida	Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
		kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1	Monitorización Energética en tiempo real	331.556	33.315	21.634	0,65	129,31
2	Sustitución de bombas de cabecera	452.076	45.424	193.339	4,26	176,31
3	Optimización del sistema de aireación	715.183	71.861	33.520	0,00	278,93
	TOTAL	1.498.815	150.600	248.493	1,65	584,55

Ahorros conseguidos sobre la demanda total 13,14%

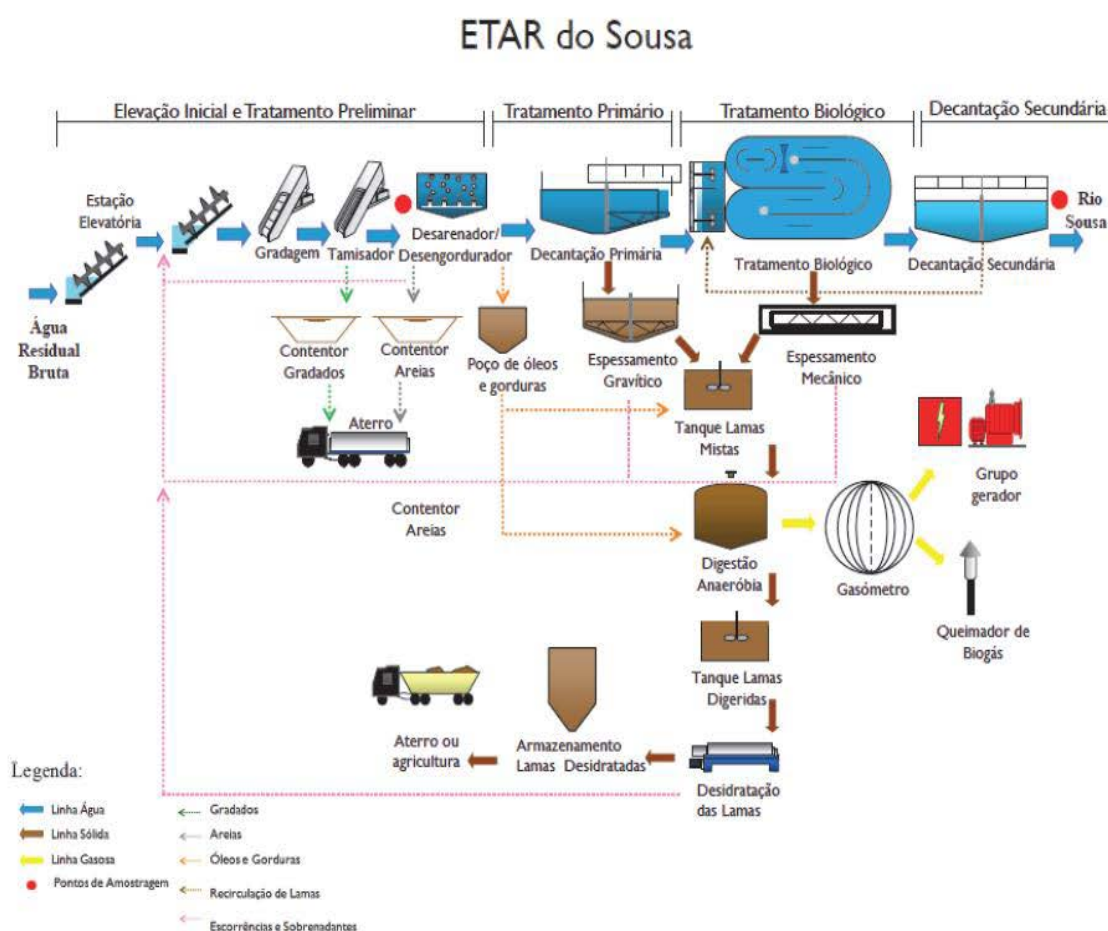
el gasto total 13,14%

1.19 EDAR SOUSA

1.19.1 Descripción de la EDAR

Localización: Sousa (Portugal)

Características principales: De una forma genérica, la EDAR de Sousa efectúa el tratamiento de las aguas residuales a través de dos líneas de tratamiento idénticas, y el tratamiento de Los fangos resultantes de la primera. En el proceso de tratamiento secundario destaca el pasaje del efluente por un tanque selector y posteriormente por dos reactores biológicos de oxidación, con zonas anóxica y aerobia. En la línea de fangos, destaca la existencia de un digestor anaerobio calentado por un quemador mixto de gas propano y biogás. El biogás resultante de la digestión anaerobia es almacenado en un gasómetro pudiendo ser aprovechado a través de cogeneración para calentamiento de los fangos que alimentan el digestor anaerobio y ser aprovechado para la producción de energía eléctrica a través de un grupo generador siendo ésta destinada al autoconsumo.



Distribución de los procesos en la EDAR

Características de diseño

Población equivalente de diseño	89.913 h.e.
Caudal medio de diseño	13.855 m ³ /d
Caudal punta de diseño	1.027 m ³ /d
Pretratamiento	Tamizado, Desarenado-desengrasado
Tratamiento primario	Decantación primaria
Tratamiento secundario	Tanque selector, fangos activados
Tratamiento avanzado	-
Línea de fangos	Espesador, digestión anaerobia, centrífuga, aprovechamiento energético biogás.

Características de funcionamiento

Población equivalente real	74.313 h.e.
Caudal medio tratado	5.344 m ³ /d
Consumo energía	Electricidad
	1.452.719 kWh/año

1.19.2 Suministro energético

Fuente	Electricidad. Red general
Tarifa de acceso	-
Potencia contratada	744 kw
Total Energía Activa	1.452.719 kWh/año
Factor potencia medio	0,95
Precio medio kWh activo	0,0973 €/kWh
Coste Total IVA excluido	101.263 €

1.19.3 Demanda de energía

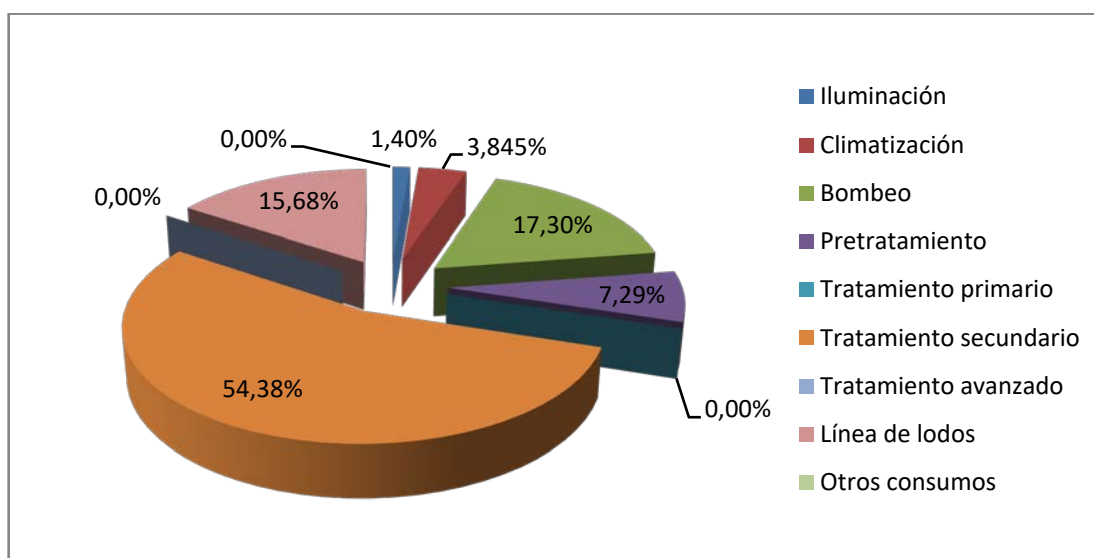
Iluminación En el edificio de explotación, la iluminación consta de lámparas fluorescentes tubulares del tipo T8, de 36 W (59 un), con balastos ferromagnéticos. Los restantes edificios son también iluminados por lámparas fluorescentes del tipo T8, de 36 W (122 un), con balastos ferromagnéticos;

La iluminación exterior consta de 24 lámparas fluorescentes de 150 W.

Climatización Unidades Split

Equipos de proceso	94,8% consumo total		
	Principales consumidores:		
	Compresor	691.467	66,42%
	Centrífugas	85.977	8,26%
	Bombeo cabecera	251.383	24,15%

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	1.452.719	101.263	566,57
Iluminación	20.308	1.416	7,92
Climatización	55.861	3.894 €	21,79
Proceso	1.376.550	95.954 €	536,87
<i>Bombeo</i>	251.383	17.523	98,04
<i>Pretratamiento</i>	105.961	7.386	41,33
<i>Tratamiento primario</i>	0	0 €	0
<i>Tratamiento secundario</i>	789.973	55.066 €	308,10
<i>Tratamiento avanzado</i>	0	0 €	0
<i>Línea de lodos</i>	227.795	15.879 €	88,84
<i>Otros consumos</i>	0	0 €	0
<i>Desodorización</i>	1.438	100 €	



Consumo por proceso

1.19.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es tetra horaria, con una potencia contratada de 744 kW. La potencia media demandada es de 92kW, con pequeñas variaciones mensuales.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 95% al consumo total.
- El principal consumo se debe al tratamiento secundario, que supone el 54% del consumo, debido fundamentalmente al funcionamiento de los rotores de aireación. (48%)
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.
- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes)

1.19.5 Medidas de mejora propuestas

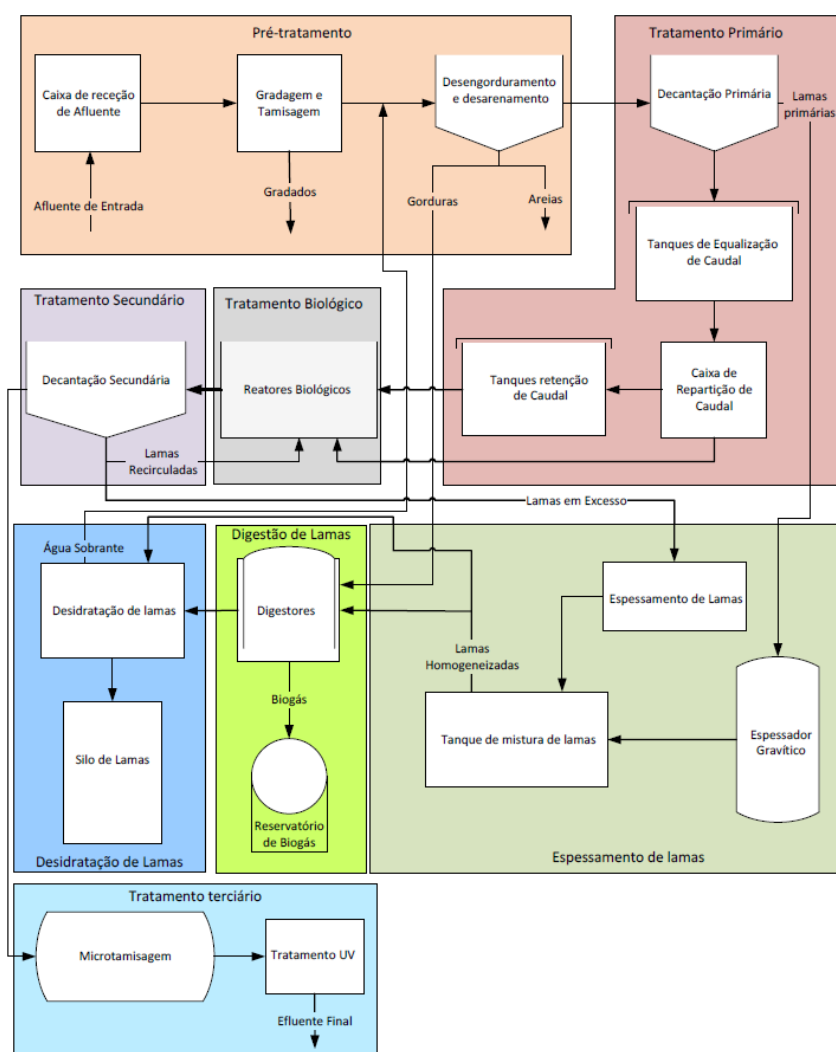
Medida		Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
			kWh	€	€	Años	Tn CO ₂
1	Monitorización Energética en tiempo real	Instalación de un sistema de monitorización que permita visualizar y controlar el consumo energético de toda la planta	-	-	-	-	-
2	Mejora en la producción de lodos	Adicción de polímeros líquidos a los lodos para favorecer su aglomeración	-	-	-	-	-
3	Adición de clorato férrico	Estudio de viabilidad de la adicción de clorato férrico en el decantador primario, para mejorar la deshidratación y el espesamiento	-	-	-	-	-
5	Instalación fotovoltaica	Estudio de viabilidad de una instalación FV para producción de electricidad para autoconsumo, manteniendo la conexión a la red	-	-	-	-	-

1.20 EDAR VILAREAL

1.20.1 Descripción de la EDAR

Localización: Vilareal (Portugal)

Características principales: La EDAR de Vila Real es una estación de tratamiento de aguas residuales que se sitúa en la ciudad de Vila Real responsable por el tratamiento de las aguas residuales domésticas de una población equivalente de cerca de 84 321 habitantes. Las instalaciones de la EDAR se localizan en una zona geográficamente accidentada próximo a la confluencia del río Cabril con el río Corgo habiendo sido recalificadas y ampliadas en 2004 por lo que se presentan debidamente modernizadas.



Distribución de los procesos en la EDAR

Características de diseño

Población equivalente de diseño	84.231	h.e.
Caudal medio de diseño	12.281	m ³ /d
Caudal punta de diseño	512	m ³ /d
Pretratamiento	Desarenado-desengrasado	
Tratamiento primario	Decantación primaria	
Tratamiento secundario	MBBR	
Tratamiento terciario	Desinfección ultravioleta	
Línea de fangos	Espesador, digestión anaerobia y centrifuga.	

Características de funcionamiento

Población equivalente real	69.240	h.e.
Caudal medio tratado	6.161	m ³ /d
Consumo energía	Electricidad	
	2.167.798	kWh/año

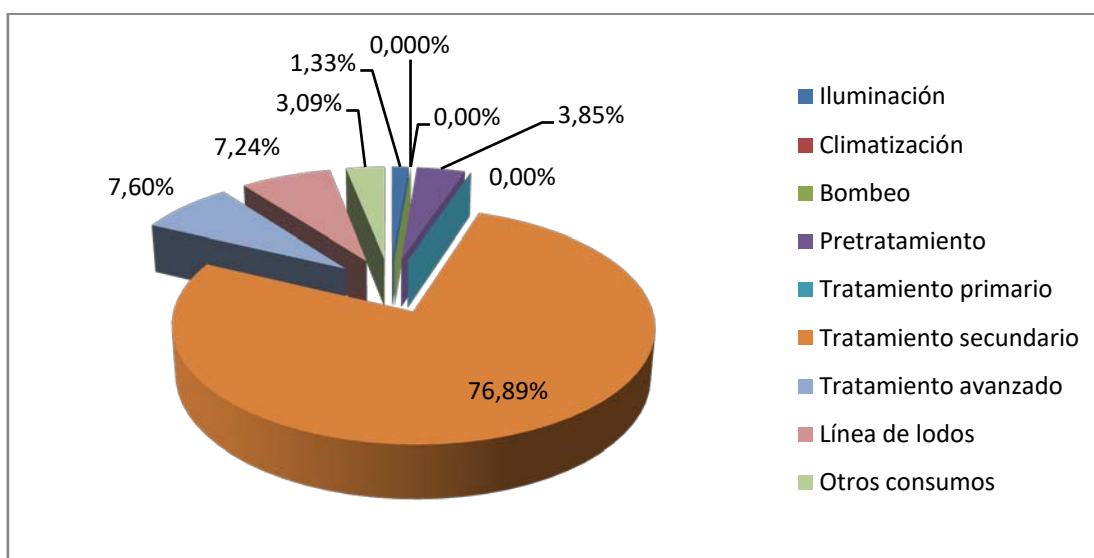
1.20.2 Suministro energético

Fuente	Electricidad. Red general	
Tarifa de acceso	-	
Potencia contratada	465	kw
Total Energía Activa	2.167.798	kWh/año
Factor potencia medio	1	
Precio medio kWh activo	0,0939	€/kWh
Coste Total IVA excluido	203.492	€

1.20.3 Demanda de energía

Iluminación	La iluminación artificial interior se compone por lámparas de tipo fluorescente tubular T8 (36 y 58 W), montadas en armaduras equipadas con balastros electromagnéticos;		
	En el exterior se utilizan lámparas de vapor de sodio (150 y 250 W), montadas en armaduras cerradas/ proyectores, dirigidas automáticamente a través de relojes horarios asociado la células fotoeléctricas.		
Climatización	---		
Equipos de proceso	98,67 % consumo total		
	Principales consumidores:		
	Soplantes	1.523.923	70,30%
	Bomba circulación fangos	166.369	7,67 %
	Bombeo reactor biológico	147.013	6,78 %

	kWh	€	Tn CO ₂
TOTAL	2.167.798	203.492	845,46
Iluminación	28.907	2.714 €	11,27
Climatización	0	0 €	0
Proceso	2.138.891	200.779 €	834,19
<i>Bombeo</i>	0	0 €	0
<i>Pretratamiento</i>	83.462	7.835 €	32,55
<i>Tratamiento primario</i>	0	0 €	0
<i>Tratamiento secundario</i>	1.666.861	156.469 €	650,09
<i>Tratamiento avanzado</i>	164.666	15.457 €	64,22
<i>Línea de lodos</i>	156.856	14.724 €	61,18
<i>Otros consumos</i>	67.046	6.294 €	26,15
<i>Desodorización</i>	0	0 €	



Consumo por proceso

1.20.4 Oportunidades de mejora detectadas

- La tarifa de acceso de la que dispone el centro es tetra horaria, con una potencia contratada de 465kW. La potencia media demandada es de 345kW, con pequeñas variaciones mensuales.
- El consumo energético se centra principalmente en los equipos propios del proceso y auxiliares que contribuyen en un 98% al consumo total.
- El principal consumo se debe al tratamiento secundario, que supone el 76,89% del consumo, debido fundamentalmente al funcionamiento de los ventiladores de aireación. (70%)
- El consumo energético de los principales consumidores energéticos no se supervisa en tiempo real.
- El sistema de iluminación está basado en tecnologías ineficientes (luminarias fluorescentes)

- La planta dispone de una mini central de cogeneración que utiliza el biogás producido para obtener calor para mantener la temperatura de los digestores.

1.20.5 Medidas de mejora propuestas

Medida	Descripción	Ahorros anuales		Inversión	PR	Emisiones
		kWh	€			Tn CO ₂
1 Optimización del sistema de cogeneración	Control rigurosos de los diferentes parámetros relacionados con la producción de la cogeneración existente	321.600	30.189	92.000	3,05	125,43
2 Instalación de motores más eficientes	Se recomienda el cambio de motores con períodos de funcionamiento altos a motores más eficientes en caso de avería o fin de vida útil	4.744	455	1.208	2,71	1,85
3 Sustitución de balastos electromagnéticos	Instalación de balastos electrónicos en las luminarias existentes	2.837	266	4.478	16,83	1,11
TOTAL		326.344	30.634	97.686	3,19	127,28

Ahorros conseguidos sobre la demanda total 15,05%

el gasto total 15,05%

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Abadía Sánchez, R; Rocamora Osorio, MC; Ruiz Canales, A. (2008). Ahorro y Eficiencia Energética en las Comunidades de Regantes. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- <https://augasdegalicia.xunta.gal/saneamento-e-depuracion>
- <https://www.aguasdoporto.pt/>
- https://www.ige.eu/web/mostrar_seccion.jsp?idioma=gl&codigo=0201
- https://ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&xpid=INE
- <https://www.tecpa.es/los-procesos-biologicos-en-una-edar/>
- <http://www.veoliawatertechnologies.es/tecnologias/mbbr/>
- http://www.yacutec.com/tecnologias-depuracion/tecnologias-depuracion_lecho-movil.asp
- <https://inti.gob.ar/ue/pdf/publicaciones/cuadernillo6.pdf>
- <http://www.smasa.net/proceso-lodos-activados/>
- <http://www.estruagua.com>
- <https://condorchem.com/es/depuradoras-fisico-quimicas/>
- González González, M.G; Elias, X. (2005). Tratamiento y valorización energética de residuos.
- Rosso D.; Stenstrom MK.; Larson LE. (2.008). Aeration of large-scale municipal wastewater treatment plants: state of the art.
- Åmand, L.; Olsson, G.; Carlsson, B. (2013). Aeration control - a review. *Water Science & Technology*, núm. 67(11), págs. 2.374-2.398.
- Bolinches Sánchez, S. (2017). Eficiencia energética, optimización de digestión anaerobia y revalorización de biogás en los procesos de depuración de aguas residuales
- Fernández González, J.; Gutiérrez Martín, F.; de Río González, P.; San Miguel Alfaro, G.; Bahillo Ruíz, J.M.; Ballesteros Perdices, M; Vázquez Minguela, J.A.; Rodríguez Antón, L.M.; Aracilmra, J. (2015) Tecnologías para el uso y transformación de biomasa energética
- VV.AA. (2012) Guía Técnica de Selección de Equipos de transporte de fluidos. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Morenilla Martínez, J.J.; Bernacer Bonora, I; Santos Asensi, J.M.; Ignacio, Muñoz Robledillo; J. ; Funcionamiento del túnel de secado térmico de fangos de la EDAR de Ibi (Alicante)
- Elías, X. Secado y aprovechamiento energético de fangos de EDAR (2013) *Tecnoaqua nº1 pp34-44*
- Beltrán Calaff S.; Lizarralde Aguirrezabal I.; Ayesa Iturrate E.; Gorriti Cabrejas J. ; Ortega Conde F.; de la Sota A.; Villanueva del Casal J.M. (2014) Estimación del potencial de ahorro en los

sistemas de aireación de las EDAR mediante la medición de la transferencia de oxígeno. *Tecnoaqua nº9 pp64-72*

- Albadalejo Ruiz A.; Martínez Muro J.L.; Santos Asensi J.M.; (2.015) Parametrización del consumo energético en las depuradoras de aguas residuales urbanas de la Comunidad Valenciana. *Tecnoaqua nº11 pp55-60*
- Simón Andreu P.; Lardín Mifsut C.; del Cacho Sanz C.; García Yuste M.; (2.015) Transferencia de oxígeno: evaluación rápida de la eficiencia de los sistemas de aireación. *Tecnoaqua nº15 pp92-101*
- Simón Andreu P.; Lardín Mifsut C.; Abellán Soler C. (2012) Optimización energética en EDAR de la Región de Murcia. *Ingeniería Civil nº168 pp93-112*
- Simón, P; Lardín, C; Abellán, M; Ponsoda, J.M. (2009). Limpieza con ácido fórmico de los difusores de membrana para la aireación de un proceso de fangos activos. *Tecnología del Agua, nº 311, pp. 2-9.*
- González González, M.G. ; Melián Navarro, A.; Molina-Martínez, V; Ruiz-Canales, A.; (2016) Medidas de ahorro y eficiencia energética de carácter innovador en estaciones depuradoras de aguas residuales. II Simposio Nacional de Ingeniería Hortícola (Almería, 10-12 de febrero de 2016).
- Tejero Mojón, J.I. et all. Tecnologías de biopelícula innovadoras para la depuración de aguas residuales: veinticinco años de investigación del Grupo de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Cantabria. (2012). *Ingeniería Ambiental. nº 168, pp 61-73*
- ABS. Manual de aireación ABS-Nopol.
- Grupo investigación Calagua. Control de los sistemas de aireación en EDAR
- Ferrer Torregrosa, C.; Olivas Masip, E.; Chiva Mengod, B.; Cabedo Oliver J.M.; García Ventoso, M.; Basiero Sichert, J.A.; Análisis energético de los procesos de una EDAR
- Simón Andréu P.; Lardín Mifsut C.; Vicente Sánchez Betrán, A.; González Herrero, R.; Morales Gómez, J.; Gambín Manzano, J.M.; Gaitx Altisen, M. (2016) Estudio comparativo de la transferencia de oxígeno en distintos sistemas de aireación en EDAR de la Región de Murcia. *Tecnoaqua nº21 pp58-62*
- Albadejo Ruiz, A. et all. (2015) Parametrización del consumo energético en las depuradoras de aguas residuales urbanas de la Comunidad Valenciana. *Tecnoaqua nº11 pp55-61*
- Castell, D.; García Ventoso, M.; Tormos Fibla, I.; Ferrer, C.; Morenilla; J.J.; Bernacer, I.; Basiero, A. (2012) Optimización energética del sistema de aireación de una EDAR. Análisis comparativo de dos tecnologías. *Tecnología del agua nº327 pp 2-8*
- Morenilla, J.J. (2007). Sistemas de control y optimización del consumo energético en EDAR. En: XXV Curso sobre tratamiento de aguas residuales y explotación de estaciones depuradoras. Tomo III, pág. 34. Cedex, Madrid.

- Aguiló Martos, P.; Freixó Rey, A.; Estany Barrera; R. (2012) Codigestión en EDARs urbanas. Experiencias y suficiencia energética del proceso de tratamiento de lodos. *Ingeniería Civil* nº168 pp113-119
- Simón Andreu, P.J.; (2011) Ponencia: Digestión y aprovechamiento de biogás en EDAR de la región de Murcia. ESAMUR
- III Jornadas Técnicas de Gestión de Sistemas de Saneamiento de Aguas Residuales. Tratamiento y valorización de lodos. Experiencias con el secado solar de lodos de depuración en Canarias. Aplicación a la EDAR de Antigua, isla de Fuerteventura (Barcelona, 18 de octubre 2007)
- Muñoz Luque, P.; (2017) Ampliación y remodelación de la depuradora de Estepona. *Revista Técnica del Medio Ambiente* nº202 pp66-74
- Manual de operador de explotación de depuradoras. *Recuperado de:*
<https://www.emaya.es/media/2121/manual-para-operador-de-planta-v02.pdf>
- <http://galicia-nortept.xunta.es/es/eurorregi%C3%B3n>
- <https://www.gnpaect.eu/portal-transfronterizo/>
- <http://www.burela.org/agenda21/04-05.htm>
- www.circutor.es
- www.sdm-sistemas.com
- www.xylemwatersolutions.com
- www.schneider-electric.com
- www.aguas-residuales.es
- www.life-renewat.com
- www.life-siamec.eu
- www.lifecelsius.com
- www.ecodena.com
- www.acosol.es
- www.servyeco.com
- www.smasa.net
- www.epsar.gva.es